VOL. I

Tratat de fitopatologie agricolă

Digitized by the Internet Archive
in 2023

Tratat de fitopatologie agricolă

vol. I

Sub redacția:
Acad. Prof. E. RĂDULESCU
Doctor C. RAFAILĂ

Autori:
AL. ALEXANDRI, E. DOCEA,
M. OLANGIU, M. PETRESCU, I. POP,
E. RĂDULESCU, C. RAFAILĂ, V. SEVERIN

EDITURA ACADEMIEI REPUBLICII SOCIALISTE ROMÂNIA
1967

https://archive.org/details/tratatdefitopato0001alal

PREFAȚA

Fitopatologia, știința care se ocupă cu bolile plantelor și combaterea lor, constituie un domeniu larg de activitate științifică și practică. Datorită pagubelor enorme provocate de agenții care produc boli la plante, combaterea acestora reprezintă o preocupare deosebită în cadrul complexului de măsuri pentru obținerea de producții mari și de calitate superioară în agricultură.

Fitopatologia ca știință bazată pe ramuri care au evoluat accelerat în ultimele decenii ca: botanica, microbiologia, fizica, chimia, a cunoscut, de asemenea, o dezvoltare impetuoasă abia în ultimii 20—30 ani. De remarcat că în condițiile economiei socialiste planificate s-au făcut cele mai mari progrese și în acest domeniu.

După datele FAO, pierderile provocate de boli și dăunători la plantele cultivate pe plan mondial se ridică la circa 20% din producția globală. Astfel, dintr-o recentă statistică întocmită de FAO, pierderile din producția agricolă cauzate de boli, dăunători, buruieni etc. se calculează pe plan mondial la 35% la grîu, 40% la cartofi, la 6% la bumbac etc. Rezultă deci că circa jumătate din necesitățile de hrană ale populației globului ar putea fi asigurate numai prin aplicarea riguroasă și eficientă a măsurilor de protecția plantelor, chiar și în cazul cînd potențialul productiv al plantelor agricole de bază ar rămîne staționar. Și în țara noastră, cu toate măsurile ce se iau împotriva bolilor, daunele produse de acestea sînt încă mari.

Dezvoltarea impetuoasă a protecției plantelor în ultimele două decenii a deschis largi perspective pentru noi cuceriri științifice și realizări tehnice. Se poate afirma, de exemplu, că fitopatologia a intrat într-o eră care poate fi caracterizată ca revoluționară sub aspectul activității de cercetare și al combaterii operative a bolilor plantelor. Aprofundarea biologiei agenților patogeni și perfecționarea continuă a proceselor tehnologice legate de prevenirea acțiunii lor dăunătoare, au permis înregistrarea unor succese de mare răsunet științific, de mare eficiență practică. Fiecare descoperire nouă a deschis noi direcții de cercetare promițătoare, rezultatele cercetărilor s-au transformat în producție în mijloace eficace pentru perfecționarea continuă a activității în acest sector.

Pentru a face față în viitor cerințelor practice, noi și complexe, este necesar ca fitopatologia să aprofundeze într-o măsură și mai mare parazitismul și ecologia agenților patogeni, epidemiologia bolilor; dar mai presus de toate, activitatea de cercetare și activitatea practică trebuie să fie orientate spre ceea ce se înțelege azi prin lupta integrată, adică elaborarea unui sistem unitar de combatere în care să se îmbine armonios efectele combinate ale tuturor verigilor componente, cum sînt folosirea în cultură a soiurilor rezistente, a metodelor agrotehnice de mare eficiență în ridicarea rezistenței plantelor la boli, a metodelor de combatere fizice și mecanice perfecționate, a fungicidelor cu proprietăți superioare, atît sub raportul eficacității cît și al prevenirii efectelor nedorite pentru alimentația umană.

O premisă hotărîtoare pentru atingerea acestui scop o constituie desigur apariția unei bogate literaturi cu caracter fitopatologic care să orienteze noile cercetări și să fundamenteze științific metodele de combatere practică, cele mai adecvate.

Ținînd seama de sarcinile trasate prin planurile de stat anuale și de perspectivă pentru producția agricolă și de importanța pe care o au în prezent măsurile pentru înlăturarea pierderilor cauzate de agenții fitopatogeni, publicarea tratatului de fitopatologie agricolă inaugurată cu acest volum se înscrie în seara lucrărilor destinate a susține munca specialiștilor din învățămînt, cercetare și producție, constituind în același timp un îndreptar pentru toți cei care, direct sau indirect, sînt chemați să pună protecția plantelor în slujba asigurării unor producții ridicate și de bună calitate.

Tratatul este planificat să apară în patru volume:

Primul volum cuprinde problemele generale ale fitopatologiei, volumul al II-lea va trata bolile cerealelor, plantelor tehnice industriale și ale plantelor de nutreț, al III-lea volum bolile legumelor și ale plantelor ornamentale, iar al IV-lea volum și ultimul, bolile pomilor, arbuștilor fructiferi și ale viței de vie.

În volumele II, III și IV fiecare boală și agentul patogen vor fi descrise amănunțit, prezentîndu-se cele mai noi măsuri de combatere agrotehnică, fizico-mecanică, chimică, biologică precum și metodele de raționalizare a tratamentelor prin prognoză și avertizare. Volumele II, III și IV, vor fi ilustrate cu planșe colorate originale, executate după un material strîns cu grijă de pe tot teritoriul țării timp de mai bine de un deceniu. Caracterele microscopice vor fi reprezentate, de asemenea, prin desene originale.

Mulțumim Editurii Academiei Republicii Socialiste România pentru grija pe care a avut-o ca această lucrare să apară în cele mai bune condiții tehnice și grafice, precum și tuturor colaboratorilor și altor specialiști care prin contribuția și sugestiile lor ne-au dat un sprijin prețios.

AUTORII

CUPRINSUL

	Pag.
Introducere (E. Docea)	11
Istoricul fitopatologiei	12
Dezvoltarea fitopatologiei în România	19
Importanța economică a fitopatologiei	20
Generalități despre bolile și agenții patogeni ai plantelor	23
Etiologia, clasificarea și caracterul bolilor plantelor (E. Docea)	24
Importanța condițiilor de mediu în dezvoltarea bolilor la plante (V. Severin)	26
Însușirile agenților patogeni (M. Petrescu)	31
Modul de nutriție al organismelor fitopatogene	33
Factorii care influențează proprietățile parazitare ale agenților patogeni	47
Diseminarea agenților patogeni (E. Rădulescu)	53
Răspîndirea directă	54
Răspîndirea indirectă	57
Patogeneza bolilor infecțioase (E. Rădulescu)	79
Infecția	79
Incubația	89
Manifestarea bolii	95
Modificările produse de boli la plante (E. Docea)	98
Modificări chimice și functionale	99
Modificări structurale (anatomo-morfologice)	106
Modificări citologice	113
Rezistența plantelor la boli (E. Rădulescu)	114
Rezistența naturală a plantelor la boli	117
Rezistența (imunitatea) dobîndită	145
Cauzele modificării rezistenței plantelor la boli	148
Viroze (I. Pop)	155
Morfologia și fiziochimia virusurilor	156
Forma și mărimea particulelor	156
Structura particulelor	159
Cristalinitatea virusurilor plantelor	160
Alte proprietăți ale virusurilor	162

Infecția și îmbolnăvirea 165
Procesul de infecție 165
Înmulțirea virusurilor 166
Acidul nucleic viral liber în plante 168
Variația concentrației virusurilor în frunzele direct infectate 169
Răspîndirea virusurilor în plante 172
Variația în timp a simptomelor și a concentrației virusurilor în plantele bolnave. Fenomenul de „însănătoșire" 175
Natura și originea virusurilor 177
Simptomatologie 182
Simptome externe 182
Transformări citologice și anatomice 189
Incluziuni celulare 191
Transformări fiziologice 192
Modul de transmitere 194
Nomenclatura și clasificarea virusurilor 202
Variabilitatea virusurilor 206
Importanță economică și combatere 208

Bacterioze (V. Severin) 212

Caracterele generale ale bacteriilor 213
Structura celulei bacteriene 213
Fiziologia bacteriilor 220
Ciclul de dezvoltare a bacteriilor 230
Clasificarea bacteriilor 235
Bacteriofagii 240
Simptomatologie 243
Transmiterea bolilor bacteriene 245
Importanță economică și combatere 247

Micoze (C. Rafaila și M. Olangiu) 250

Caracterele generale ale ciupercilor (C. Rafaila) 254
Morfologia ciupercilor 254
Înmulțirea ciupercilor 259
Chimismul și fiziologia ciupercilor 265
Clasificarea ciupercilor (M. Olangiu) 271
Clasa Archimycetes 272
Clasa Phycomycetes 275
Clasa Ascomycetes 284
Clasa Basidiomycetes 309
Ciupercile neperfecte (Fungi imperfecti ; Deuteromycetes ; Adelomycetes) 310
Simptomatologie (M. Olangiu) 317
Transmiterea bolilor produse de ciuperci (C. Rafaila) . . . 319
Importanță economică și combatere (C. Rafaila) 322

Mixomicetoze (C. Rafaila) 325
Ficoze (C. Rafaila) 328
Lichenoze (C. Rafaila) 329
Antofitoze (C. Rafaila) 332
Bolile fiziologice (Fiziopatia) (Al. Alexandri) 339
Boli datorite condițiilor edafice anormale 339
Boli datorite lipsei sau excesului de metaloide . . . 340
Boli datorite lipsei sau excesului de metale 340
Boli datorite condițiilor anormale de sol 342
Boli datorite condițiilor climatice anormale 343
Leziuni traumatice datorite cauzelor mecanice și chimice 348
Leziuni datorite produselor fitofarmaceutice 350
Tehnica de lucru în fitopatologie 353
Tehnica de lucru în studiul virozelor (I. Pop) 353
Dezinfectarea 353
Cultivarea plantelor în seră 354
Izolarea și transmiterea virusurilor 354
Identificarea virusurilor plantelor 358
Punerea în evidență a incluziunilor celulare 369
Stabilirea proprietăților fizice 362
Purificarea virusurilor 363
Procedee și metode serologice 367
Tehnica de lucru în studiul bacteriozelor (V. Severin) . . 375
Medii de cultură 375
Identificarea inițială la microscop a prezenței bacteriilor în leziunile plantelor bolnave 378
Preparate pentru studiul microscopic 380
Infecții artificiale 381
Izolarea bacteriofagilor 383
Noțiuni de tehnică serologică 386
Determinarea bacteriilor fitopatogene 387
Tehnica de lucru în studiul micozelor (M. Olangiu și C. Rafaila) 392
Medii de cultură 392
Izolarea și însămînțarea ciupercilor pe medii de cultură 394
Unele metode folosite în tehnica examenului microscopic al ciupercilor 395
Infecții artificiale 398
Determinarea ciupercilor fitopatogene 399
Criterii și norme de apreciere ale atacului și pagubelor produse de boli 400
Elemente de prognoză și avertizare a tratamentelor împotriva bolilor la plante 404
Combaterea bolilor la plante (Fitoiatria) (Al. Alexandri) 410
Măsuri agrofitotehnice 412

Măsuri fizico-mecanice 414
Căldura (termoterapia) 414
Lumina (helioterapia) 419
Radiațiile (radioterapia) 420
Mijloacele mecanice (chirurgia vegetală) 420
Electricitatea 421

Măsuri chimice (Chimioterapia) 421
Fungicidele anorganice 423
Fungicidele organice 430
Substanțe auxiliare 440
Erbicidele 441
Aplicarea produselor fitofarmaceutice 442

Măsuri biologice (bioterapia) 452
Vaccinarea plantelor 452
Bacteriofagii 452
Paraziți naturali ai agenților fitopatogeni 454
Antibioticele 454
Fitoncide 458
Carantina fitosanitară 459
Combaterea integrată 461

Aparate și mașini pentru protecția plantelor 464
Aparate și mașini de stropit 465
Aparate și mașini de prăfuit 475
Mașini de stropit și prăfuit 479
Instalații de prăfuit și stropit purtate de avion și elicopter 487
Aparate și mașini pentru produs ceață toxică 480
Aparate și mașini pentru tratat sămînța 482
Injectorul de fumigat 493

Măsuri de protecția și securitatea muncii în timpul manipulării produselor fitofarmaceutice și al aplicării tratamentelor chimice (M. Petrescu) 494

Bibliografie 497

Introducere

Patologia vegetală sau fitopatologia este știința care se ocupă cu studiul bolilor plantelor, al cauzelor (agenți sau factori) care le produc, al metodelor de prevenire și combatere a lor. Împreună cu alte discipline, ca : agrotehnica, agrochimia, ameliorarea plantelor etc., patologia vegetală contribuie în măsură însemnată la obținerea de producții ridicate, de calitate superioară.

Fitopatologia are următoarele preocupări : descrierea simptomelor patologice prin care se manifestă bolile (simptomatologia, patografia sau semeiotica) ; cercetarea și stabilirea cauzelor bolilor (etiologia) ; studierea modului de acțiune al cauzei și mecanismului dezvoltării proceselor patologice (patogenia) ; stabilirea modului de răspîndire a bolilor infecțioase (epifitologia) ; experimentarea, elaborarea și indicarea metodelor și a mijloacelor de combatere preventivă (profilaxia, igiena) și curativă (terapia, terapeutica).

Fitopatologia studiază, pe de o parte, cauza bolii, respectiv biologia parazitului și influența condițiilor de mediu, iar pe de altă parte cercetează modificările pe care le suferă planta bolnavă (modul de reacțiune al acesteia). Din punct de vedere practic, scopul final al acestor cercetări este organizarea și aplicarea măsurilor de prevenire și stabilire a mijloacelor tehnice de combatere a bolilor, în vederea asigurării unor producții ridicate și constante.

În vederea realizării obiectivelor propuse, fitopatologia se sprijină pe cunoștințele furnizate de științele de bază și de cele ajutătoare. Astfel, pentru cunoașterea biologiei și a ecologiei paraziților, fitopatologia se servește de micologie, bacteriologie și virologie, de morfologia și sistematica vegetală, de chimia biologică etc., iar pentru studiul bolilor neparazitare — de fizică, chimie, fiziologie, agrochimie, climatologie etc. În studiul modificărilor și tulburărilor fiziologice și morfologice pe care le suferă planta bolnavă, fitopatologia se bazează pe fiziologia și anatomia vegetală. Fiziologia patologică (fiziopatologia) studiază procesele și tulburările fiziologice ale plantelor atacate de agenții patogeni, iar anatomia patologică are ca obiect studiul modificărilor morfologice și anatomice pe care le suferă organele, țesuturile și celulele plantei sub acțiunea parazitului (morfopatologia, histopatologia, citopatologia).

În experimentarea și elaborarea măsurilor și metodelor de combatere, fitopatologia se bazează pe cunoștințele de agrotehnică, genetică, chimie, fizică etc.

Istoricul fitopatologiei

Fitopatologia ca știință devine de sine stătătoare de-abia în a doua jumătate a secolului al XIX-lea.

Indicații asupra bolilor plantelor au existat din cele mai vechi timpuri; primele însemnări, având însă la bază simple observații empirice, nu pot fi considerate ca punct de plecare în dezvoltarea științei bolilor plantelor.

Cele mai vechi mențiuni scrise despre bolile plantelor se găsesc în scrierile religioase indiene și în cele ebraice. Astfel, în cărțile indiene este amintită „arsura orezului", una dintre cele mai păgubitoare boli, încă din acea vreme, a culturilor de orez. În scrierile ebraice, cu circa 500 de ani î.e.n., precum și în *Biblie* sînt menționate pierderile mari cauzate culturilor de cereale de rugini și de tăciuni.

Însemnări mai vaste și mai precise ne-au rămas de la filozofii și naturaliștii din Grecia antică. Astfel, renumitul învățat A r i s t o t e l (384—322 î.e.n.) cunoștea rugina grîului, iar T e o f r a s t, cel mai mare botanist al antichității (371—286 î.e.n.), avea cunoștințe vaste asupra ruginilor cerealelor, asupra tăciunilor și asupra mălurii grîului. El menționează pentru prima dată rolul însemnat pe care îl joacă rotația culturilor în prevenirea bolilor la plante.

La romani erau, de asemenea, cunoscute efectele dezastruoase ale bolilor plantelor, care erau atribuite fie acțiunii soarelui sau excesului de umiditate, fie unor forțe supranaturale (de exemplu influenței stelelor, intervenției zeilor etc.). Pentru a-și apăra lanurile de grîu de atacul ruginilor, ei implorau zeii ca să-i ferească de aceste calamități. În fiecare an la sărbătorile de primăvară, numite „Robigalia", se aduceau jertfe zeilor Robigans și Robigo pentru a le feri grînele de rugini. Mițurile și superstițiile populare referitoare la interpretarea cauzelor bolilor s-au reflectat și în scrierile poeților și ale învățaților din acea vreme. Astfel, poetul O v i d i u în *Fastele* imploră pe zeul Jupiter să le apere grînele de mălură.

M a r c o T e r e n z i o V a r r o n e, P u b l i o V i r g i l i o M a r o n e, C o l u m e l l a, P l i n i u c e l B ă t r î n amintesc în unele din lucrările lor despre pagubele mari produse de rugini cerealelor, recomandînd ca o măsură de luptă contra lor întoarcerea mirиștilor și alternanța culturilor.

Timp de mai multe secole, perioadă ce a corespuns evului mediu, în domeniul patologiei vegetale, ca și în al celorlalte științe, domnesc întunericul, obscurantismul. Cunoștințele referitoare la bolile plantelor

nu progresează aproape de loc, fiind dominate de superstiții și misticism. Din această perioadă merită să fie menționat numele unui învățat arab, I b n - A l - A v a m, care a trăit în secolul al X-lea în Spania. El a scris o carte despre agricultură, în care tratează unele boli ale plantelor, făcînd totodată și recomandări pentru combaterea lor.

Abia la începutul secolului al XVII-lea, cînd știința în general începe să se elibereze de întunericul obscurantismului medieval, în urma influenței exercitate de către teoriile curentului speculativ, reprezentat de către C a r t e s i o și B a c o n e, în această perioadă — într-adevăr istorică pentru evoluția gîndirii umane — s-au pus bazele patologiei vegetale.

Descoperirea microscopului la începutul secolului al XVII-lea a permis descrierea primelor microorganisme fungice, cărora M a l p i g h i, naturalist de seamă și renumit anatomist, în lucrarea intitulată *Anatome* (1675), le dedică capitolul *De plantis quae in aliis vegetant*, descriind unele hife de *Rhizopus* și de *Penicillium*.

În secolul al XVII-lea s-au înregistrat un interes crescînd și o intesificare a observațiilor în legătură cu bolile plantelor. Cărțile apărute în această perioadă, care cuprindeau și capitole despre bolile plantelor, deși mai numeroase, nu prezentau însă un progres evident în ceea ce privește cunoașterea etiologiei bolilor, mai dăinuind încă ereziile și superstițiile. Totuși, în acest secol apar unele indicații vagi, dar prețioase, referitoare la natura și cauzele bolilor, care arată o vedere mai clară în interpretarea fenomenelor observate. În secolul al XVII-lea, evoluția cunoștințelor asupra bolilor plantelor se oglindește în principal în tratatele publicate de J. C o l e r în 1600, P. L a u r e n b e r g în 1631 și H. H e s s e în 1669.

În secolul al XVIII-lea, cunoștințele despre bolile plantelor se adîncesc și se înmulțesc în și mai mare măsură. În 1729, P. A. M i c h e l i creează primele genuri de micromicete (*Botrytis, Aspergillus, Mucor, Puccinia*), menționînd totodată că ele se reproduc cu ajutorul „prafului" pe care-l împrăștie, alcătuit din conidii și spori. În 1731 H a l e s (în *Statical essays*) și A y m e n (în *Recherches sur le progrès et la cause de la nielle*, 1760) semnalează prezența acestor microorganisme pe plantele atacate.

Cu toate eforturile depuse de oamenii de știință și de practicieni pentru sistematizarea și interpretarea justă a datelor și a fenomenelor observate — pînă atunci împrăștiate și fără legătură aparentă între ele —, nu s-a realizat un progres sensibil în ceea ce privește cunoașterea naturii și cauzele bolilor datorită, pe de o parte, dogmelor scolastice care dominau gîndirea științifică și frînau progresul biologiei în general și, pe de altă parte, teluicii de cercetare care se găsea încă la un nivel rudimentar.

Totuși trebuie subliniat faptul deosebit de semnificativ că în acest secol încep să se contureze unele idei foarte înaintate, idei care reprezintă primele începuturi ale dezvoltării științei fitopatologice. Fără a

avea la bază experimentarea științifică, în unele lucrări (cum sînt acelea ale lui J. P. de Tournefort în 1705, F. Fontana și Giovanni Targioni Tozzetti în 1767, J. B. Zallinger în 1773, J. C. Fabricius în 1774) domina părerea că microorganismele găsite în țesuturile bolnave sînt autonome și că aceste microorganisme sînt însăși cauza bolilor.

Un aport deosebit de prețios la promovarea acestor concepții noi a fost adus de către G. Targioni Tozzetti în 1767. Bazîndu-se pe cercetări microscopice de lungă durată, el precizează pentru întîia oară că rugina grîului este produsă de o ciupercă parazită.

În acest secol, sub influența științelor biologice dominate de opera lui Linné (*Species plantarum*, 1753), apar primele încercări de clasificare a bolilor plantelor. Deoarece lipseau cunoștințele necesare despre natura și cauzele bolilor, clasificarea și denumirea lor se făceau pe baza simptomelor sau a unor cauze presupuse, după criteriile și terminologia folosite pe acea vreme în medicina umană. Astfel de încercări de clasificare a bolilor se întîlnesc în cărțile publicate de J. Pitton de Tournefort (1705), Chr. S. Eysfart (1723), M. Adanson (1763), J. B. Zallinger (1773), Chr. Fabricius (1774), Filipo Ré (1805).

Pentru prima oară în acest secol apar cele dintîi elemente de combatere a bolilor prin mijloace chimice. Astfel, Schultess (1716) descoperă în mod empiric efectul sulfatului de cupru diluat în combaterea mălurii grîului, pentru ca în 1755 M. Tillet să stabilească pe cale experimentală eficacitatea acestei substanțe în combaterea mălurii, instaurînd astfel metoda experimentală în fitopatologie.

Un adevărat salt s-a înregistrat pe tărîmul cunoașterii bolilor plantelor, numai începînd cu a doua jumătate a secolului al XIX-lea, cînd, datorită perfecționărilor tehnice și în special a microscopului, s-au făcut o serie de descoperiri în domeniul micologiei.

În primele decenii ale acestui secol lucrările referitoare la bolile plantelor, inclusiv cele de micologie, erau scrise în lumina concepției autogenetiste, după care microorganismele prezente în leziunile plantelor bolnave erau considerate ca efecte ale bolilor, rezultate ale dezorganizării țesuturilor bolnave. O influență deosebit de puternică în acest sens au avut-o cărțile publicate de F. J. Unger (1833), A. J. Wiegman (1839), F. J. Meyen (1841), J. v. Liebig (1853), ca și lucrările micologilor Chr. H. Persoon, E. M. Fries, P. Buillard, Léveillé, Corda, Link ș.a.

Unger, cel mai de seamă reprezentant al concepției autogenetiste, în lucrarea sa *Die Exantheme der Pflanzen*, consideră că cele mai multe boli ale plantelor se datoresc unor tulburări interne în procesul de nutriție. Ciupercile care se găsesc în leziunile plantelor bolnave sînt, după Unger, produse de seva țesuturilor bolnave.

Cu toată influența negativă a autogenetiștilor, spre sfîrșitul acestei perioade se lărgește mult cercul acelora care se declară pentru o

nouă orientare, pozitivă, în știința biologică, independentă de dogmatismul scolastic, partizani ai tezei originii parazitare a bolilor infecțioase.

În a doua jumătate a secolului al XIX-lea, marile descoperiri ale genialului savant francez Louis Pasteur, au dus la înlăturarea indiscutabilă a ipotezei generației spontane și la înlocuirea concepției autogenetiste cu concepția patogenetistă, după care microorganismele din leziuni sînt însăși agenții care provoacă îmbolnăvirea organismelor.

În această perioadă s-au realizat progrese mari și rapide în studiul bolilor plantelor și al agenților patogeni, punîndu-se bazele patologiei vegetale moderne.

Apariția în Europa în această perioadă a unora dintre cele mai grave boli ale plantelor, ca: mana cartofului (1835), făinarea viței de vie (1845), mana viței de vie (1878), black-rot-ul (1885) ș.a., au impulsionat foarte puternic cercetările de micologie și de patologie vegetală, datorită dezastrelor pe care le provocau economiei diverselor țări.

Contribuția cea mai valoroasă la dezvoltarea micologiei, atît sub aspect taxonomic cît și fiziologic, a fost adusă de A. de Bary, frații L. și Ch. Tulasne, M. J. Berkeley, De Candolle, Örsted ș.a. Ei au făcut cercetări ample cu privire la morfologia, fiziologia, parazitismul și sexualitatea la ciuperci, precum și asupra relațiilor acestora cu plantele-gazdă și cu mediul înconjurător. Astfel, celebrul botanist și micolog german Anton de Bary stabilește că mana cartofului este produsă de ciuperca *Phytophthora infestans*. De asemenea, în urma unor studii amănunțite, el arată că ciuperca *Puccinia graminis*, care produce rugina neagră la grîu, se dezvoltă pe două plante-gazdă — grîu și dracilă (*Berberis vulgaris*). Un aport deosebit la dezvoltarea patologiei vegetale l-au adus marii micologi francezi L. R. și Ch. Tulasne, care descoperă natura parazitară a ciupercilor ce produc tăciuni la cereale. O mare însemnătate au apoi lucrările eminentului cercetător englez M. J. Berkeley, fondatorul fitopatologiei în Anglia, care studiază, printre altele, oidium-ul viței de vie.

De o importanță cu totul deosebită sînt lucrările lui Julius Kühn, care în 1858 publică primul tratat de patologie vegetală, intitulat *Die Krankheiten der Kulturgewächse*, bazat în întregime pe noua concepție despre rolul ciupercilor în producerea bolilor. Strîns legat de progresul fitopatologiei este și numele altui cercetător german, P. Sorauer, care în 1874 publică un valoros tratat de fitopatologie, *Handbuch der Pflanzenkrankheiten*, ale cărui ediții mai noi, fără prezent aparînd a VI-a ediție, constituie lucrări de bază pentru specialiștii de pretutindeni în acest domeniu.

O importantă contribuție la dezvoltarea patologiei vegetale din acest secol a fost adusă de unii cercetători francezi. E. Prillieux a publicat în două volume un tratat despre bolile plantelor agricole și ale pomilor fructiferi; M. Cornu, J. E. Planchon, E. Föex, P. Viala, L. Ravaz și P. M. A. Millardet au întreprins

cercetări vaste asupra bolilor viței de vie și ale plantelor agricole. Astfel, Viala a publicat un studiu foarte complet asupra ciupercilor ce produc putrezirea rădăcinilor (*Armillaria mellea* și *Rosellinia necatrix*); Viala și Ravaz au descoperit și studiat în 1885 ciclul biologic al ciupercilor *Guignardia bidwellii* și *Coniothyrium diplodiella*.

Dintre cercetătorii ruși s-au remarcat în mod deosebit: M. S. Voronin, care a studiat hernia rădăcinilor de varză produsă de ciuperca *Plasmodiophora brassicae* (1873) și moniliozele pomilor fructiferi, provocate de ciupercile *Monilinia fructigena* și *Monilinia cinerea*; marele botanist rus D. I. Ivanovski, prin studiile sale asupra mozaicului tutunului (1892), descoperă natura infecțioasă a acestei boli și proprietatea virusului care o provoacă de a-și păstra infecțiozitatea și după trecerea sucului extras din plantele bolnave prin filtre ce rețin bacteriile (filtre Chamberland). Cercetările lui Ivanovski au deschis drum unei științe noi, a virologiei, el fiind considerat fondatorul acestei științe.

Cercetări de mare importanță au fost făcute în Italia de către O. Comes, F. Cavara, I. S. Savastano, G. Cuboni, A. N. Berlèse, De Toni etc. P. A. Saccardo, în 1881 începe publicarea celei mai gigantice lucrări de micologie, intitulată *Sylloge Fungorum*, apărută în 25 de volume, în care sînt descrise peste 75 000 de specii de ciuperci.

Un merit deosebit în dezvoltarea fitopatologiei revine fitopatologului suedez J. Eriksson, care s-a ocupat în special cu studiul ruginilor cerealelor, descoperind în 1899 formele specializate ale ciupercilor ce produc rugini.

Cercetări amănunțite asupra bolilor plantelor au mai fost făcute în Danemarca de către E. Rostrup și Kolpin-Rawn, în Olanda de către Ritzema Bos și în Ungaria de către G. Istvánffi și G. Schilberszky.

Spre sfîrșitul secolului al XIX-lea, studiul bolilor plantelor ia o mare amploare în S.U.A. Paralel cu cercetările întreprinse asupra micozelor, în special a uredineelor, de către J. C. Arthur, între anii 1878 și 1884 sînt descoperite de către T. J. Burrill și apoi de Wakker (1883—1889) cele dintîi boli de natură bacteriană la plante.

În această epocă, pe lîngă studiile din ce în ce mai complexe și mai aprofundate asupra biologiei și ecologiei principalelor ciuperci fitopatogene și asupra dinamicii de dezvoltare a epidemiilor pe care le produc, s-au făcut progrese însemnate și în direcția dezvoltării metodelor și măsurilor de combatere. Astfel, Kühn acordă o mare însemnătate combaterii bolilor cu ajutorul diferitelor tratamente chimice, jucînd un rol activ în răspîndirea metodei de tratare a semințelor de grîu cu sulfat de cupru împotriva mălurii. Kyle întrebuințează pentru prima oară în Anglia, în 1846, sulfatul de cupru în combaterea oidium-ului viței de vie. Studii importante asupra eficacității sulfului în lupta cu făinarea viței de vie au fost făcute și de francezul H. Mares în Midi, el propunînd, pe baza rezultatelor obținute, răspîndirea acestui tratament.

Millardet în 1883 descoperă și folosește pentru întîia oară zeama bordeleză în combaterea manei viței de vie, tratament care a căpătat apoi o mare extindere, fiind folosit contra multora dintre cele mai păgubitoare boli ale pomilor și legumelor.

Victoria concepției patogenetiste asupra celei autogenetiste a creat o bază rațională pentru ameliorarea de soiuri de plante rezistente la boli, punîndu-se astfel primele baze ale acestei metode de luptă împotriva bolilor. Prin lucrări de hibridare și de selecție, Millardet, Ganzin, Couderc, Seibel ș.a. au obținut soiuri de viță de vie rezistente la filoxeră și la mană, iar Farer în Australia a creat soiuri noi de grîu rezistente la rugina neagră.

În ultimele decenii ale secolului al XIX-lea au fost puse și bazele cercetării bolilor produse de fanerogamele parazite (cuscută, orobanche, vîsc), a antofitozelor. Contribuția cea mai importantă la studiul acestor boli a fost adusă de către L. Koch, E. Heinricher, J. Wiesner, G. Bonnier, G. v. Laubach ș.a.

Tot în această perioadă, datorită lui P. Sorauer, începe studiul bolilor neparazitare sau fiziologice, produse de factori abiotici.

În secolul al XX-lea, în toate țările din lume, cercetările fitopatologice iau o amploare din ce în ce mai mare, extinzîndu-se asupra unui număr considerabil de boli care atacă plantele.

Prin contribuția cercetătorilor de pretutindeni s-au îmbogățit foarte mult cunoștințele despre saprofitismul și parazitismul ciupercilor, s-au stabilit ciclurile lor de dezvoltare și condițiile de mediu care favorizează apariția și evoluția epidemiilor. Sub influența progreselor remarcabile obținute în domeniul cunoașterii procesului eredității, cercetările se îndreaptă în direcția creării de soiuri rezistente la boli. Bazele științifice ale ameliorării plantelor în direcția rezistenței la boli au fost puse de Biffen și Orton. În ultimele decenii, ca urmare a dezvoltării metodicii infecțiilor artificiale, necesară atunci cînd se examinează rezistența plantelor față de boli și cînd se lucrează la separarea raselor fiziologice, au fost create numeroase soiuri de plante rezistente față de cele mai păgubitoare boli. Astfel în multe țări din lume au fost create soiuri de cartof rezistente la rîia neagră și la mană, soiuri de bumbac rezistente la bacterioză și fuzarioză, soiuri de grîu, orz și ovăz rezistente la rugini, soiuri de floarea-soarelui rezistente la lupoale etc.

Concomitent cu intensificarea și adîncirea studiilor asupra micozelor, a antofitozelor și a bolilor fiziologice s-au dezvoltat mult și cercetările legate de bolile produse de bacteriile și virusurile fitopatogene. Astfel, celebrul fitobacteriolog american E. F. Smith, încă de la începutul secolului nostru, pune bazele cercetărilor metodice în fitobacteriologie, publicînd numeroase lucrări despre bacteriozele plantelor. Rezultatele cercetărilor sale apar consecutiv în trei volume în anii 1901,

1911 și 1914. În 1920 el publică o lucrare de sinteză, intitulată *Introduction to bacterial diseases of plants*, care cuprinde 150 de genuri de plante-gazde pentru bacteriile fitopatogene.

După primul război mondial, cercetările de fitobacteriologie iau un avînt deosebit datorită rezultatelor obținute de o serie de cercetători eminenți, ca: C. Stapp, Ch. Elliot, G. K. Burgwitz, A. Jacevski, V. P. Israiliski ș.a.

Tot în această perioadă a luat mare amploare și studiul bolilor virotice, punîndu-se accent pe cele mai răspîndite și mai păgubitoare viroze ale cartofului, ale sfeclei, ale tutunului, ale tomatelor, ale pomilor fructiferi, ale viței de vie etc. Un număr mare de oameni de știință și-au axat cercetările pe studierea naturii virusurilor. Aportul cel mai prețios, de însemnătate epocală, la elucidarea naturii virusurilor a fost adus de cercetătorul american W. M. Stanley, care în 1935 descoperă faptul că virusurile fitopatogene sînt substanțe de natură nucleoproteică. De progresul fitovirologiei este legat și numele altor cercetători, ca: Kenneth F. Smith, F. O. Holmes, F. C. Bawden, V. L. Rijkov, S. K. Suhov, D. Köhler, M. Klinkowski, A. Christoff ș.a.

Etapa contemporană a dezvoltării fitopatologiei se mai caracterizează prin intensificarea deosebită a cercetărilor referitoare la perfecționarea tehnicii de combaterea bolilor. În ultima perioadă s-a perfecționat în foarte mare măsură combaterea chimică a bolilor, sortimentul substanțelor antiparazitare îmbogățîndu-se cu o serie de produse organice de sinteză (preparate din grupa tiuramilor, ditiocarbamaților etc.) deosebit de eficace împotriva multora dintre cele mai păgubitoare boli ale plantelor. În prezent, pe plan mondial, accentul principal se pune pe raționalizarea combaterii bolilor și a dăunătorilor plantelor cultivate prin așa numita „luptă armonioasă sau integrată", care cuprinde întregul complex de măsuri (chimice, fizice, biologice și agrotehnice) de protecție a plantelor.

În majoritatea țărilor se înființează servicii de protecție a plantelor, carantina și inspecția fitosanitară. O importanță tot mai mare se acordă de asemenea sistemului de prognoză și avertizare a tratamentelor.

O mare amploare, au luat în această epocă cercetările de fitopatologie, înființîndu-se în continuu noi unități de cercetare într-un număr tot mai mare de țări. Patrimoniul științific al fitopatologiei s-a îmbogățit necontenit. În această perioadă s-au publicat un număr mare de tratate și monografii de o însemnătate excepțională. Astfel, P. Sorauer publică *Handbuch der Pflanzenkrankheiten* (1928—1944); G. Arnaud și M. Arnaud, *Traité de pathologie végétale* (1931); G. Elliot, *Manual of Bacterial plant pathogens* (1930); G. Viennot-Bourgin, *Les champignons parasites des plantes cultivées* (1949), N. A. Naumov, *Bolezni seliskohoziastvennih rastenii* (1952), A. Christoff, *Specialna fitopatologia* (1959), C. Stapp, *Pflanzenpathogene Bakterien* (1958), G. Goidánich, *Manuale di patologia vegetale* (1959) etc.

Dezvoltarea fitopatologiei în România

Din timpuri străvechi, poporul român cunoștea numeroase boli ale plantelor, folosind pentru multe dintre ele denumiri potrivite, care s-au păstrat pînă în zilele noastre, ca: tăciune, mălură, rugină, mană, făinare, hurlupi, băsicare etc.

Pînă nu de mult cauzele bolilor au fost atribuite și la noi, cu și la alte popoare, unor forțe supranaturale, concepție moștenită cu certitudine de la strămoși — romani și daci.

Timp foarte îndelungat, datele referitoare la bolile plantelor s-au rezumat mai mult la cunoștințele empirice pe care le avea țăranul despre unele afecțiuni patologice ale plantelor, concretizate în unele proverbe și zicători populare: „Mălura din grîu se spală la râu".

Primele mențiuni scrise despre ciupercile parazite găsite în țara noastră apar în secolul al XIX-lea, în Transilvania, ele datorîndu-se unor botaniști și micologi străini. Mult mai tîrziu, și anume după 1915, apar o serie de lucrări micologice ale unor botaniști și micologi români, ca: Al. Popovici, M. Brândză, I. C. Constantineanu și C. Petrescu. Brândză publică în 1920 un studiu asupra mixomicetelor, indicînd 164 de specii din țara noastră, iar Constantineanu a studiat uredineele, tipărind în 1920 o lucrare vastă despre aceste ciuperci, intitulată *Les Urédinées de Roumanie*, în care sînt menționate 273 de specii, pe 592 de plante-gazdă. Popovici a adus contribuții prețioase la cunoașterea ciupercilor mari, iar Petrescu a studiat flora micologică din Moldova.

Cercetările asupra agenților patogeni ai plantelor s-au intensificat foarte mult după primul război mondial, cînd au început să apară numeroase lucrări de mare însemnătate, publicate în țară sau în străinătate. Contribuția cea mai importantă la cunoașterea florei micologice din România a adus-o Tr. Săvulescu. Singur sau în colaborare cu T. Rayss, A. Alexandri, C. Sandu-Ville etc. a publicat o serie de lucrări monografice asupra celor mai importante grupe de ciuperci, cum sînt: peronosporaceele, erisifaceele, gasteromicetele etc. O atenție deosebită merită monografia uredinalelor (1953) și cea a ustilaginalelor (1957), lucrări de sinteză, rod al unei munci de mai multe decenii.

Paralel cu studiile de micologie, care au creat un fundament științific, și pe măsură ce s-a accentuat tot mai mult necesitatea economică de combatere a bolilor a început să apară un număr tot mai mare de lucrări cu caracter fitopatologic. Bazele fitopatologiei au fost puse în țara noastră după primul război mondial, cînd cercetările au luat un avînt considerabil. Fundamentul patologiei vegetale românești îl constituie numeroasele lucrări și contribuții cu caracter științific și practic ale lui Tr. Săvulescu și ale colaboratorilor săi. Tr. Săvulescu a publicat numeroase lucrări asupra celor mai importante boli ale plantelor, cum sînt: putregaiul uscat al știuleților de porumb, ruginile cerea-

lelor, mălura grîului, mana viței de vie, rîia neagră a cartofului etc. El a adus în același timp un însemnat aport pe tărîm organizatoric, contribuind la organizarea serviciului de protecție a plantelor din Ministerul Agriculturii.

Lipsa unor condiții cu adevărat propice dezvoltării cercetării științifice în țara noastră în perioada dintre cele două războaie mondiale a avut consecințe negative și asupra acestui sector de activitate, cercetările în domeniul fitopatologiei desfășurîndu-se pînă la cel de al doilea război mondial de către un număr restrîns de specialiști — în cadrul Secției de fitopatologie din Institutul de cercetări agronomice al României și la catedra de fitopatologie a Facultății de agricultură — fapt care a avut ca urmare abordarea unui număr redus de probleme.

În ultima perioadă, cercetările de patologie vegetală au luat un avînt deosebit, fiind studiate probleme de mare interes științific și practic, cum sînt bolile de natură virotică la pomi, cartof, sfeclă, legume, vită de vie etc., bolile bacteriene ale cerealelor, fasolei, cartofului, pomilor și legumelor. S-au întreprins apoi și se execută în continuare studii ample asupra celor mai păgubitoare micoze, experimentîndu-se în același timp eficacitatea și eficiența economică ale diverselor tratamente.

Etapa contemporană a dezvoltării activității de cercetare fitopatologică în țara noastră este caracterizată prin apariția unor importante lucrări cu caracter monografic, științific și tehnic. Astfel, în 1941 V. Ghimpu publică un tratat despre bolile tutunului, iar S. Fosteris, V. Bontea și D. Becerescu tipăresc în 1950 un manual de fitopatologie. Cîțiva ani mai tîrziu, în 1957, E. Rădulescu și V. Bulinaru publică un tratat foarte documentat despre bolile plantelor industriale. Sub îndrumarea lui Fl. Paulian și A. Alexandri apare în 1959 o lucrare de protecție a plantelor. Tot în acest an mai apar și două lucrări, anume *Tratatul de protecția plantelor*, elaborat de E. Rădulescu și P. Mozeș, și primul volum din *Tratatul de patologie vegetală*, publicat de Tr. Săvulescu și Olga Săvulescu. În 1964, E. Docea și V. Severin tipăresc lucrarea *Îndrumător pentru recunoașterea și combaterea bolilor plantelor cultivate*.

Concomitent cu intensificarea activității de cercetare, în țara noastră se acordă o mare însemnătate introducerii în practică a celor mai noi cuceriri științifice. De asemenea s-a extins mult rețeaua de prognoză și avertizare, raționalizîndu-se astfel combaterea multora dintre cele mai păgubitoare boli ale plantelor.

Importanța economică a fitopatologiei

În toate țările de pe glob sînt bine cunoscute pierderile grele pe care agricultura le suferă an de an de pe urma atacurilor diverșilor paraziți vegetali. Este suficient să arătăm că numai virozele produc pe

plan mondial pagube, la culturile de cartof, sfeclă, legume etc., care se ridică la miliarde de dolari. Dacă se apreciază pierderile produse de bacterioze și de micoze (bacteriozele cartofului, fasolei etc., ruginile cerealelor, mana viței de vie, mana tutunului, a cartofului, făinarea viței, cercosporioza sfeclei etc.), se constată că aproape 25% din producția mondială este distrusă de atacul bolilor.

Foarte interesante sînt în această privință datele lui Morstadt, din anul 1928 în Germania, pentru 6 culturi principale, pierderile fiind exprimate în procente după cum urmează :

Cartofi	25
Viță de vie	20
Zarzavaturi	10
Pomi fructiferi	10
Cereale	10
Sfeclă de zahăr	5

Aceste date corespund aproape întrutotul cu datele menționate în perioadele 1920—1929 și 1930—1939, în lucrarea *Plant Diseases Survey* în Statele Unite ale Americii :

Cartofi	21,2		20,3
Mere	16,2		12,7
Piersici	13,4		10
Bumbac	14,8		16,4
Grîu	10,6		10,5
Ovăz	7,9		10
Porumb	9,5		12,5

cu toate că se referă la ani diferiți, la condiții diferite și la continente diferite.

O evaluare recentă (1950—1951) a pagubelor cauzate de boli culturii grîului a fost făcută de Verona și Perini în Italia. Ei arată că diversele boli criptogamice produc pierderi care se ridică la 5,8 milioane de chintale anual.

Astfel	ruginile	cauzează	pagube de	3 000	de chintale
	mălura	„	„	929	„ „
	tăciunele	„	„	205	„ „
	boala tulpinilor	„	„	1 551	„ „
	alți paraziți	„	„	80	„ „
	total			5 765	„ „

În cazul viței de vie, în 1951—1952 s-a constatat că în 74 de provincii, pierderile din cauza atacurilor parazitare au fost de 11 047 512 chintale (din care 5 100 000 de chintale atribuite manei, 3 100 000 atribuite oidium-ului, restul pierderilor datorîndu-se altor boli).

Pînă nu de mult, și în țara noastră pagubele produse de boli plantelor cultivate se ridicau adesea pînă la 30—40% din recoltă. Astfel

mălura grîului a cauzat anual, în trecut, pierderi în proporție de 20—30%, iar tăciunii orzului de 5—15%. Pagube mari, care se ridică pînă la 10%, produc și ruginile grîului. În anumiți ani, cum au fost anul 1932 pentru rugina neagră, 1961 pentru rugina galbenă, au avut loc invazii foarte puternice, producția de grîu în unele regiuni fiind mai redusă cu 15—70%.

În pomicultură, pagubele se ridică de asemenea pînă la 10—15% anual și se datoresc putregaiului fructelor (cauzat de ciuperci din genul *Monilia*) și pătării cafenii a frunzelor și a fructelor (produse de specii de *Venturia*).

În viticultură, din cauza a două boli, și anume a manei și a oidium-ului, pagubele sînt foarte ridicate. Numai mana vitei de vie (produsă de ciuperca *Plasmopara viticola*), nerațional combătută, cauzează, în anii cu condiții climatice favorabile bolii, pierderi care ating 60—70%, cum a fost, de pildă, în anii 1933, 1940, 1941, 1948, 1953, 1954. În 1940, cînd a avut loc o invazie puternică de mană aproape în toată țara, producția de vin a fost de numai 27 000 de vagoane (față de 115 000 vagoane, media pe ultimii 10 ani).

Pierderi considerabile suferă și cultura cartofului din cauza virozelor, a manei (produsă de ciuperca *Phytophthora infestans*), a rîiei negre (cauzată de ciuperca *Synchytrium endobioticum*).

În multe țări din Europa, mana tutunului (provocată de ciuperca *Peronospora tabacina*) a produs în anii din urmă pierderi catastrofale.

Extinderea culturilor forțate de legume (tomate, ardei, castraveți, vinete etc.) de asemenea este stînjenită în foarte mare măsură de atacul a numeroase viroze și micoze.

Din cele cîteva exemple menționate reiese în mod clar că în toate sectoarele agriculturii nu pot fi obținute recoltele scontate fără o cunoaștere temeinică a tuturor paraziților care atacă fiecare cultură, deoarece numai astfel se pot elabora și aplica cele mai eficiente metode de luptă contra lor.

Iată deci că fitopatologia prezintă o deosebită importanță economică, contribuind, alături de celelalte mijloace agrotehnice, prin măsurile pe care le recomandă, la obținerea unor producții constante, de calitate superioară.

Generalități despre bolile și agenții patogeni ai plantelor

Plantele, ca și animalele, în cursul vieții lor, pot suferi diferite tulburări în funcționarea și în structura unor organe sau a întregului organism. Aceste tulburări pot fi determinate fie de cauze interne, legate de constituția plantei, fie de cauze externe, cum sînt: condițiile de mediu sau intervenția diferiților paraziți. În cazul în care tulburările sînt de scurtă durată sau au un caracter de adaptare, sînt suportate relativ ușor de către plante, acestea restabilindu-și echilibrul funcțional. De multe ori însă tulburările, avînd un caracter de durată, au drept rezultat o deviere a stării de armonie în desfășurarea funcțiilor vitale a organismului.

La plante, ca și la animale, nu există o linie de demarcație precisă între starea normală și cea patologică, deoarece la început procesul patologic se manifestă prin modificări cantitative imperceptibile, care printr-o accentuare treptată duc la schimbări calitative evidente, caracteristice stării de boală.

Definițiile date pînă în prezent noțiunii de boală nu se deosebesc prea mult una de alta, derivînd din definiția folosită în medicina umană. Astfel, H a l l i e r (1868) definește boala ca o „abatere de la starea normală a unui organism"; F r a n k (1880) denumește boala „orice abatere de la stările normale ale speciei"; S o r a u e r (1885) înțelege prin boală „orice deranjare în construcția și funcțiile vitale, care periclitează existența individului"; K l e b a h n (1912) consideră ca boală „orice deviere de la procesele normale de viață care periclitează viața organismului respectiv sau a unei părți din el". După D e l a c r o i x și M a u b l a n k (1927), „boala survine atunci cînd echilibrul perfect (dar instabil) ce există între diferitele funcțiuni ale aceluiași organism, funcțiuni care se influențează reciproc, se strică prin aceea că una sau mai multe funcțiuni sînt deranjate în mecanismul lor ca urmare a unei cauze exterioare sau interioare".

T r. S ă v u l e s c u (1947) denumește boală „orice tulburare de ordin fiziologic sau morfologic pe care o suferă un organism". N. A. N a u m o v (1954) afirmă că „boala la plante este rezultatul unor modificări de lungă durată sau permanente, produse, de obicei, de anumite cauze străine de organismul respectiv". G. G o i d à n i c h (1959) con-

sideră boala ca „o deviere — produsă de factori biotici și abiotici — a stării de armonie în desfășurarea funcțiilor vitale ale organismului".

În general prin boală se înțelege orice tulburare de ordin fiziologic sau morfologic care periclitează viața sau dezvoltarea normală a plantei sau a unei părți din ea.

Pe lîngă sensul științific, noțiunea de boală are și un sens practic, determinat de durata procesului patologic și de gradul abaterii de la normal, adică de extinderea și de efectul final al perturbărilor produse. Din acest punct de vedere, prin boală se înțelege orice tulburare fiziologică sau anomalie structurală dăunătoare creșterii și dezvoltării plantelor, care duce la micșorarea cantitativă și calitativă a producției.

Bolile plantelor cauzate de ciuperci și bacterii, cu excepția celor care se dezvoltă în țesuturile vasculare, nu au un caracter general, ci sînt localizate pe anumite organe (rădăcini, frunze, fructe etc.), prezentînd, așadar, caracterul de organicism. Spre deosebire de acestea, virozele provoacă în majoritatea cazurilor îmbolnăvirea întregului organism.

Etiologia, clasificarea și caracterul bolilor plantelor

Primele clasificări ale bolilor plantelor au fost făcute într-o perioadă în care cunoștințele despre etiologia bolilor erau foarte reduse, considerent pentru care la baza diferitelor clasificări au stat mult timp îndeosebi caracterele simptomatologice. O dată cu descoperirea cauzelor care produc boli la plante, clasificarea bolilor se face, de regulă, ținîndu-se seama de factorul etiologic.

După natura cauzei care le produc, bolile plantelor se împart în două mari categorii :

1) boli de natură neinfecțioasă (neparazitare sau fiziologice) ;

2) boli de natură infecțioasă.

Bolile neinfecțioase se datoresc acțiunii nefavorabile a factorilor de mediu. În această categorie de boli intră vătămările cauzate de frig (geruri), de exces de căldură (opăriri, arsuri), de exces și lipsă de umiditate, de lipsă sau exces de lumină (etiolarea), ca și cele cauzate de carența sau pletora diferitelor elemente din sol. Tot în această categorie se încadrează bolile datorite compoziției anormale a atmosferei (excesul sau lipsa de anhidridă carbonică, carența în oxigen, excesul de substanțe toxice ca : sulf, flor, clor, arsenic, prafuri inerte etc.).

Bolile infecțioase sînt provocate de diferiți agenți patogeni. După natura agentului patogen, bolile parazitare se împart în :

a) viroze — boli produse de virusuri ;

b) bacterioze — boli cauzate de bacterii ;

c) micoze — boli provocate de ciuperci ;

d) antofitoze — boli produse de antofite (plante cu flori).

Bolile plantelor au mai fost grupate și după alte criterii, și anume : după modul de evoluție și durata bolii, după viteza de propagare a agentului patogen și extinderea bolii, după planta-gazdă, după răspîndirea agentului patogen în plantă, după organul atacat, după vîrsta plantei, după simptomele produse etc.

După modul cum evoluează boala și durata procesului patologic, distingem două feluri de boli : boli acute și boli cronice. În cazul bolilor acute, procesul patologic se desfășoară rapid, ducînd în scurtă vreme la pieirea organului sau a plantei atacate (cum este, de exemplu, putregaiul cenușiu al boabelor de struguri — produs de ciuperca *Plasmopara viticola* sau putrezirea plăntuțelor din răsadnițe cauzată de ciuperca *Pythium de baryanum*). Bolile cronice, spre deosebire de cele acute, au o evoluție lentă, de lungă durată (putînd să dureze chiar mai mulți ani), în care timp planta se debilitează treptat. O astfel de boală este cancerul bacterian al pomilor produs de bacteria *Agrobacterium tumefaciens* sau putregaiul alb al rădăcinilor viței de vie provocat de ciuperca *Rosellinia necatrix* etc.

Unele boli, cum sînt *esca* la vița de vie, produsă de ciuperca *Stereum hirsutum*, sau pieirea ulmilor, cauzată de ciuperca *Ceratocystis ulmi*, se pot manifesta fie sub formă cronică, fie sub formă acută, în care caz plantele se veștejesc și se usucă foarte repede.

În cazul în care se are în vedere aria de răspîndire a bolii, se disting boli e p i f i t i c e, care se răspîndesc cu repeziciune de la o plantă la alta, cuprinzînd suprafețe mari, producînd epifitii (epidemii), de exemplu invaziile de mană la vița de vie, la cartof, de rugină la cereale etc., și boli e n d e m i c e, a căror răspîndire este limitată la o suprafață restrînsă. Apariția bolilor endemice este strîns legată și de anumite condiții locale, care sînt realizate numai în anumite zone unde boala are un caracter permanent (de exemplu rîia neagră a cartofului).

În practică, de multe ori bolile se grupează după specia plantei-gazdă (de exemplu bolile cartofului), după speciile înrudite pe care se manifestă (de exemplu bolile solanaceelor) sau după grupa de plante cultivate în același scop (de exemplu bolile pomilor, ale legumelor etc.).

În cazul în care se are în vedere răspîndirea bolii în plantă se disting două categorii de boli :

— boli generalizate, care afectează planta în întregime, cum sînt cele provocate de condițiile nefavorabile de sol și climă (înghețuri, cloroze neinfecțioase etc.), bolile produse de virusuri și bolile vasculare cauzate de unele bacterii și ciuperci parazite ce produc tracheobacterioze (*Pseudomonas solanacearum*) sau tracheomicoze (*Fusarium, Verticillium*) ;

— boli care au o răspîndire locală, agentul patogen dezvoltîndu-se în țesuturile din jurul locului de infecție (de exemplu mana viței de vie produsă de ciuperca *Plasmopara viticola*, pătarea roșie a frunzelor de căpșun, cauzată de ciuperca *Mycosphaerella fragariae* etc.).

În privința localizării bolii există de asemenea unele deosebiri, în sensul că, în timp ce anumite boli atacă un singur organ (hernia rădăcinilor de varză produsă de ciuperca *Plasmodiophora brassicae*) sau numai o parte din organ (pătarea roșie a frunzelor de prun cauzată de ciuperca *Polystigma rubrum*), altele se manifestă pe două sau pe mai multe organe (pătarea cafenie a frunzelor și a fructelor și rapănul ramurilor de păr, produs de *Venturia pirina*, sau antracnoza mazărei, cauzată de *Mycosphaerella pinodes*).

Un alt criteriu de clasificare a bolilor îl constituie vîrsta plantelor (faza de vegetație) în momentul cînd sînt atacate. Dacă un număr mare de boli pot apărea în toate fazele de creștere a plantelor (putregaiul uscat al verzei, produs de ciuperca *Phoma lingam*, septorioza tomatelor cauzată de *Septoria lycopersici* etc.), unele însă nu apar decît numai în anumite faze de vegetație. Astfel sînt boli care se manifestă fie numai pe plante foarte tinere, în faza de răsad (putrezirea răsadurilor cauzată de ciuperca *Pythium de baryanum* etc.), numite boli ale răsadurilor, ale plăntuțelor sau ale puieților, fie numai pe plante dezvoltate (iasca pomilor, produsă de diverse specii de *Polyporaceae* etc.), care poartă numele de boli ale plantelor mature.

O altă clasificare a bolilor plantelor se poate face pe baza simptomelor sau a manifestărilor patologice. În acest caz se ține seama de modificările aspectului general al plantelor: nanism, gigantism, deformarea diverselor organe (bășicări ale frunzelor), neregularități ale ciclului vegetativ și reproductiv, ofiliri, defoliери, uscări etc.; apariția de alterări citologice și histologice de ordin progresiv (creșterea antocianilor, acumularea substanțelor de rezervă, hipertrofii) sau de ordin regresiv (denaturări antocianice și clorofiliene, hipoplazii, necroze etc.), precum și apariția elementelor străine (cum sînt fructificațiile ciupercilor sub formă de carpofore, cruste, incîlciri de miceliu etc.).

Importanța condițiilor de mediu în dezvoltarea bolilor la plante

Apariția și dezvoltarea bolii sînt determinate de coexistența a trei factori sau condiții: plantă-gazdă, agent patogen și mediu extern.

Pentru plantă, mediul extern reprezintă atmosfera care o înconjură și solul. Pentru agentul patogen, mai ales cînd este endofit, mediul extern reprezintă — pe lîngă atmosferă și sol — și planta.

Atmosfera este caracterizată de factorii climatici sau meteorologici ca: temperatura, umiditatea, precipitațiile, lumina, presiunea atmosferică, curenții de aer, încărcătura electrostatică, factori care nu acționează separat, ci într-o strînsă corelație.

Datele meteorologice referitoare la un anumit teritoriu nu concordă cu condițiile existente la nivelul desfășurării diferitelor faze ale procesului infecțios. În jurul plantelor, circulația aerului este modificată, solul acoperit de vegetație se încălzește mai puțin, micșorîndu-se astfel amplitudinile de temperatură; datorită transpirației plantelor, umiditatea este mai mare; diferențele dintre straturile atmosferice sînt accentuate și mai mult în jurul plantelor; datorită capacității mari a frunzelor de a absorbi razele solare la nivelul suprafeței lor, deci acolo unde se produc o mare parte din fenomenele implicate în procesul patologic, temperatura poate fi mult diferită față de restul atmosferei sau al solului. Curtis și Clark (1950), precum și Franklin (1955) au înregistrat la suprafața frunzelor într-o zi senină o temperatură cu 10°C mai mare față de aceea a aerului, iar Rusakov (1924) menționează că în timpul nopții temperatura frunzelor poate fi cu 6,5°C mai scăzută față de aceea a aerului. De asemenea, în timpul zilei, datorită transpirației, frunzele umbrite pot avea o temperatură cu 5°C mai joasă decît aceea a aerului (Yarwood, Hazen, 1944). La nivelul tulpinilor și al fructelor, temperatura poate fi mai ridicată, deoarece răcirea datorită transpirației este mult mai mică în comparație cu aceea de la frunze. Planta modifică, de asemenea, intensitatea și aspectul luminii (Yarwood, 1962).

Toți acești factori climatici, care se găsesc în imediata apropiere a plantei și care în cadrul aceleiași zone prezintă o diversitate mare, constituie microclimatul respectiv. Din punct de vedere fitopatologic, interesează îndeosebi elementele microclimatului, cele ale macroclimatului acționînd asupra bolii prin intermediul microclimatului.

În procesul patologic, factorii climatici influențează receptivitatea plantei față de boală, dezvoltarea și patogenitatea microorganismului și relațiile dintre planta-gazdă și parazit.

Ca o consecință a dependenței bolii de condițiile climatice sînt arealele de răspîndire a diferitelor boli sau gradualitatea intensității acestora în diferite regiuni. Astfel, sămînța de fasole infectată cu bacteria *Xanthomonas phaseoli* însămînțată în zone favorabile bolii, cum sînt Cîmpia Bărăganului, raionul Turda ș.a., va da naștere la plante bolnave. Aceeași sămînță, într-o zonă indemnă pentru această boală (centrul regiunii Dobrogea), va produce plante sănătoase sau slab bolnave. Astfel fiecare boală are o arie proprie, determinată de răspîndirea plantei-gazdă și de condițiile de mediu, în special de limitele temperaturii și ale umidității. *Venturia inaequalis* lipsește sau are o importanță redusă în zonele călduroase sau foarte uscate. *Phytophthora infestans* reclamă, de asemenea, un climat răcoros și umed. Alți agenți patogeni, dimpotrivă, cer o temperatură mai ridicată (*Pseudomonas solanacearum*, *Fusarium oxysporum f. lycopersici* ș.a.).

Dezvoltarea fiecărui microorganism fitopatogen, ca a oricărui organism viu, este puternic influențată de temperatura mediului extern. Toate procesele biologice au loc între anumite limite termice (praguri termice): temperatura minimă și maximă de dezvoltare, între care se află o temperatură optimă. Datorită heterogenității lumii vii, fiecare specie sau grupă taxonomică are praguri termice proprii de dezvoltare.

De asemenea nu toți indivizii unei populații (spori sau bacterii) reacționează identic față de temperatură.

Dezvoltarea bolii și a agentului patogen parcurge mai multe stadii: iernare, infecție primară, înmulțirea parazitului, infecții secundare s.a. În multe cazuri, fiecare din aceste stadii necesită alte condiții de

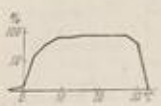


Fig. 1. — Influența temperaturii aerului asupra formării conidiilor de *Clasterosporium carpophilum* (după Naef-Roth).

Fig. 2. — Influența temperaturii aerului asupra vitezei de germinare a conidiilor de *Clasterosporium carpophilum* (după Naef-Roth).

Fig. 3. — Influența temperaturii aerului asupra creșterii vegetative a ciupercii *Clasterosporium carpophilum* (după Naef-Roth).

temperatură și umiditate. Producerea conidiilor la *Clasterosporium carpophilum* depinde în mică măsură de temperatura aerului, acestea formîndu-se în proporție de 90—96% la temperaturi cuprinse între 9 și 27°C (fig. 1). Viteza de germinare a sporilor acelei-ași tulpini prezintă însă un maximum la 18,4°C (fig. 2), iar viteza creșterii vegetative la 21,8°C (fig. 3) (după G ă u m a n n, 1954).

Condițiile optime de dezvoltare pot să fie aceleași atît pentru planta-gazdă, cît și pentru parazit sau pot fi diferite. Dacă aceleași condiții favorizează planta-gazdă și microorganismul patogen, dar nu sporesc rezistența plantei, boala poate să se răspîndească mult în raioanele favorabile plantei respective, limitînd posibilitățile de cultură. Astfel se explică de ce uneori se obține o recoltă mai bogată în zonele care nu sînt atît de favorabile culturii respective. Dacă condițiile climatice sînt favorabile pentru plantă, dar nu și pentru parazit, sau chiar dacă sînt optime și pentru parazit, dar ele sporesc rezistența plantei-gazdă, boala se va putea dezvolta numai atunci cînd parazitul va găsi oarecare avantaje față de planta-gazdă. Un exemplu îl constituie ciuperca *Gibberella zeae*, care atacă atît grîul, cît și porumbul și care se transmite prin sămînță, dar poate ierna și în sol pe resturi vegetale. În cultură pură, temperatura optimă de dezvoltare a ciupercii este de 24—27°C, cea minimă de 3°C, iar cea maximă de 32°C. Grîul preferă temperaturi ale solului relativ joase, iar porumbul mai ridicate. La temperatura solului de 12°C, plăntuțele de grîu aproape că nu sînt atacate de ciupercă, iar pe măsură ce temperatura crește pînă la 27°C gradul de atac crește și el. La porumb, boala nu apare aproape de loc la temperaturi mai ridicate de 24°C, dar se intensifică la temperaturi mai joase. Aceasta se explică prin scăderea rezistenței plantei-gazdă la temperaturi mai puțin favorabile (M i l l e r, 1956).

Alături de temperatură, umiditatea influențează în mare măsură procesele patologice la plante. Ea se poate prezenta sub formă de apă de condensare și apă de gutație, picături de apă rezultate din precipitații sau aspersiuni și umiditate relativă atmosferică. În unele regiuni, roua joacă un rol mai mic, deoarece temperaturile la care se condensează aceasta sînt de obicei sub, sau la limita temperaturilor minime de dezvoltare a bolilor, spre deosebire de picăturile datorite ploilor care au o importanță mult mai mare, de multe ori chiar determinantă. H i r t (1942), cercetînd rolul ploii, al ceții și al picăturilor de rouă în contaminarea mălidului cu basidiospori de *Cronartium ribicola*, stabilește că acestea au avut loc în raport de 10 : 2 : 1. În alte condiții, raportul acesta se schimbă. Din experiențele Secției de protecția plantelor din I.C.C.A. reiese că în podgoria Murfatlar, unde precipitațiile sub formă de ploaie sînt foarte reduse, infecțiile ciupercii *Plasmopara viticola* se datoresc în cea mai mare parte picăturilor de rouă.

Sporii multor ciuperci nu pot germina decît în picături de apă (*Pythium de baryanum, Phytophthora infestans, Plasmopara viticola* ș.a.). Sporii altor ciuperci, dimpotrivă, germinează slab în picături de apă, dar reclamă o umiditate relativă atmosferică ridicată (*Venturia inaequalis, Ustilago hordei, Puccinia graminis, Alternaria solani* ș.a.). Se pare că umiditatea microclimatului condiționează în mai mare măsură infecția acelor agenți patogeni ai căror spori germinează în picături de apă. Pentru cei mai mulți agenți patogeni însă este indiferent dacă umiditatea se prezintă sub formă de picături, ceață etc. (Y a r w o o d, 1962).

Unii agenți patogeni au nevoie de umiditate diferită în cursul dezvoltării lor. Astfel *Phytophthora infestans* necesită umiditate mare în perioada sporulării, umiditate mică în timpul răspîndirii sporilor și umiditate foarte mare pentru germinarea sporilor și contaminare (M i l l e r, 1956).

Y a r w o o d (1962) împarte agenții patogeni ai frunzelor, după cerințele lor față de umiditate, în 3 grupe: microorganisme care reclamă umiditate ridicată, dar nu sub formă de picături de apă; microorganisme care reclamă picături de apă și folosesc bine roua (perioada de incubație a stadiului de uredospori a celor mai multe uredinale); microorganisme care au nevoie de picături de apă și reacționează favorabil la ploi.

Umiditatea relativă a aerului favorizează sporularea celor mai multe ciuperci. Aceste condiții se pare că se întîlnesc destul de frecvent la nivelul suprafeței frunzelor. L o n g r é e (1939) găsește că umiditatea relativă la suprafața frunzelor unui trandafir tînăr ajunge pînă la 98% chiar într-o atmosferă uscată. Cercetările făcute de Y a r w o o d și H a z e n (1944) nu au confirmat datele lui L o n g r é e.

Unele ciuperci *(Erysiphaceae)* pot crește și contamina plantele la valori mici ale umidității (Y a r w o o d, 1957).

Lumina se pare că joacă rareori un rol determinant în dezvoltarea epifitiei și în limitarea răspîndirii geografice a bolii. Intensitatea luminii

şi durata zilei influenţează totuşi asupra vitalităţii inoculului, asupra proceselor care preced infecţia, asupra perioadei de infecţie, asupra sporulării. În cazul ruginilor cerealelor, lumina poate influenţa puternic dezvoltarea şi sporularea ciupercii, precum şi tipul infecţiei. Rugina neagră a grîului se dezvoltă bine la o intensitate a luminii cuprinsă între 500 şi 10 000 foot-lucşi. Dar perioada de incubaţie va fi cu atît mai scurtă şi sporularea cu atît mai abundentă cu cît intensitatea luminii va fi mai apropiată de limita superioară. În alte cazuri, intensitatea slabă a luminii favorizează dezvoltarea bolilor. Mulţi agenţi patogeni infectează plantele-gazdă numai noaptea : alţii sporulează noaptea (*Plasmopara viticola*). Volk (1931) arată că *Erysiphe graminis* la orz şi *Cladosporium fulvum* la tomate se dezvoltă mai bine la o intensitate scăzută a luminii. Lumina influenţează de asemenea simptomele şi gradul atacului multor viroze (la *Solanaceae*, *Cucurbitaceae* etc.). De asemenea, diferitele lungimi de undă din spectrul solar influenţează diferenţiat activitatea agenţilor patogeni.

Curenţii de aer, în afară de schimbările pe care le produc asupra temperaturii şi umidităţii atmosferei, au un rol deosebit în răspîndirea multor agenţi patogeni. Sporii, transportaţi la distanţe mari de vînt, se depun în momentul cînd intensitatea acestuia scade.

Frunzele de obicei au o încărcătură electrostatică negativă, iar sporii ciupercilor în multe cazuri au încărcătură electrostatică pozitivă (Gregory, 1957), ceea ce se pare că determină depunerea sporilor pe suprafaţa frunzelor.

Condiţiile din sol, la fel ca şi cele atmosferice, sînt de cele mai multe ori hotărîtoare în evoluţia bolilor, îndeosebi a bolilor rădăcinilor. Solul este sediul a foarte numeroase şi complexe procese biologice datorită populării lui cu o imensitate de microorganisme (reprezentanţi ai florei şi faunei). Printre acestea se găsesc şi numeroşi agenţi fitopatogeni, liberi sau în ţesuturi vegetale moarte ori vii, în stare latentă sau activă. Întreagă această populaţie este determinată de starea fizică şi chimică a solului. În aceeaşi măsură este determinată şi activitatea rădăcinilor plantelor. Pe de altă parte, în acest proces biologic atît de activ apar numeroase şi complicate tipuri de interrelaţii între microorganisme sau între acestea şi plante. Acele microorganisme fitopatogene care se situează pe o treaptă mai puţin evoluată a parazitismului îşi petrec o parte din viaţă în aceste condiţii. Astfel, numărul lor, cît şi capacitatea de a produce boli vor fi determinate în mare măsură de starea biologică, chimică şi fizică a solului (Garrett, 1962 ; Lochhead, 1962 ; Stover, 1962 ; Wilhelm, 1962 ; Sanford, 1962). Factorii mai importanţi din sol, care influenţează procesele patologice, sînt : structura, temperatura, umiditatea, aerul, pH-ul, substanţele nutritive sub formă anorganică sau organică (în special raportul C : N) şi biocenoza. Toţi aceşti factori nu acţionează separat asupra bolii, ci compensativ, cumulativ sau antagonist.

În afară de factorii climatici şi de sol, mai există încă alţi factori care fac parte tot din mediul extern şi de a căror existenţă sau calitate depinde în mare măsură activitatea microorganismelor fitopatogene. Mulţi dintre aceşti factori nu sînt încă identificaţi, însă de cele mai multe ori efectul lor este evident.

Plantele nu au posibilitatea să-şi aleagă condiţiile de mediu, ele dezvoltîndu-se în condiţiile în care ajung întîmplător sau pe care le creează omul. De aceea starea plantei va fi mai bună sau mai rea, în funcţie de condiţiile pe care le găseşte. Factorii care acţionează asupra dezvoltării plantei în mare parte acţionează asupra predispoziţiei sau rezistenţei plantei faţă de agenţii patogeni. Mediul extern influenţează ritmul de dezvoltare al plantei, scurtînd sau prelungind diferitele faze de receptivitate. Alteori, anumiţi factori meteorologici produc răniri ale epidermei vegetale, creînd astfel porţi de infecţie (grindină, vînt etc.).

Unul dintre factorii cei mai importanţi este omul, care în procesul de producţie influenţează direct sau indirect, conştient sau inconştient apariţia şi evoluţia bolilor.

Multitudinea factorilor mediului extern care se întrepătrund, cît şi acţiunea lor concomitentă atît asupra plantei gazdă, cît şi asupra parazitului îngreuiază procesul de cunoaştere a fenomenelor cărora le dă naştere. Deşi cercetarea tuturor acestor factori se face oarecum separat, o adevărată înţelegere nu-şi găseşte loc decît într-o concepţie unitară.

Cunoaşterea cît mai bine a factorilor care condiţionează apariţia şi dezvoltarea diferitelor boli are o deosebită importanţă în practica protecţiei plantelor. Urmărind îndeaproape elementele constitutive ale mediului extern, cunoscînd semnificaţia lor în evoluţia bolilor, omul poate interveni la timp, prevenind atacurile şi salvînd total sau cel puţin o mare parte din recoltă. Această activitate este realizată de reţeaua de prognoză şi avertizare. Ţinînd seama de multitudinea elementelor care participă la condiţionarea bolii, o prevedere de scurtă durată şi cu atît mai mult cea de lungă durată niciodată nu poate fi făcută cu toată siguranţa. În general, această precizie ajunge pînă la 80% (Miller, 1956), ceea ce din punct de vedere economic reprezintă foarte mult.

INSUŞIRILE AGENŢILOR PATOGENI

Bolile infecţioase sau parazitare sînt rezultatul interacţiunii dintre agentul patogen şi planta-gazdă. Acest raport antagonist dintre cei doi componenţi este în dependenţă de condiţiile de mediu exterior (ambianţa ecologică), care pot acţiona separat, fie în favoarea plantei-gazdă, fie în favoarea parazitului, sau, de cele mai multe ori, asupra complexului plantă-gazdă — agent patogen.

De-a lungul timpurilor s-a dat importanță exclusivă fie acțiunii parazitare a agentului patogen, fie rezistenței înnăscute a plantei-gazdă, fie factorilor mediului ambiant. În fitopatologia modernă, fără a se subestima rolul fiecăruia dintre acești trei componenți, starea de boală este considerată ca rezultat al raportului : *plantă-gazdă — agent patogen — mediu*.

Acțiunea parazitară a agenților patogeni sau a patofitelor este condiționată de o serie de însușiri biologice, dintre care principalele sînt : afinitatea, agresivitatea și virulența sau patogenitatea. Aceste însușiri sînt în strînsă legătură cu modul de nutriție și posibilitățile de răspîndire ale patofitelor.

Afinitatea. O condiție primordială, necesară pentru asigurarea conviețuirii dintre cei doi parteneri și deci a posibilității apariției și evoluției bolii o constituie afinitatea agentului patogen față de planta-gazdă, precum și toleranța gazdei față de agentul respectiv. Fără existența acestei afinități reciproce, parazitul nu-și poate manifesta acțiunea patogenă. Simpla pătrundere a filamentului de germinație în interiorul plantei nu demonstrează posibilitatea realizării infecției. Astfel, filamentele de germinație ale zoosporilor de *Plasmopara viticola*, care produce mana viței de vie, deși pătrund și în plante aparținînd altor specii și chiar familii (*Liliaceae, Labiatae, Leguminosae, Composeae, Polygonaceae* ș.a.) decît gazda pentru care agentul are afinitate, nu le parazitează niciodată (Arens, 1929). În cazurile cînd afinitatea lipsește, agentul patogen nu reacționează ca parazit, ci se comportă față de planta respectivă ca față de un substrat neutru, „indiferent" pentru el.

Lipsa de afinitate dintre anumiți agenți patogeni și diferite gazde nu trebuie însă considerată ca un fenomen de rezistență. Nu se poate spune, de exemplu, că grîul este rezistent față de *Plasmopara viticola*, care produce mana viței de vie, sau vița este rezistentă la mălura produsă de *Tilletia sp.*, deoarece în astfel de cazuri proprietățile parazitare ale agentului patogen nu sînt „potrivite" anumitor însușiri ale gazdei, între aceste organisme nefiind stabilite, în decursul evoluției lor, legături care să permită raportul de conviețuire.

Procesul patologic, în complexul aspectelor sale, ca și problema rezistenței și receptivității plantelor la boli, poate fi considerat numai atunci cînd este întrunită această primă condiție — existența afinității dintre agentul patogen și gazdă.

Agresivitatea. O altă însușire principală, care constă în capacitatea agentului patogen de a infecta gazda, de a-i învinge rezistența, de a o folosi pentru nutriție, de a se dezvolta și a reproduce în ea sau pe ea, este agresivitatea. Această proprietate constituie însăși esența parazitismului.

Agresivitatea agenților patogeni determină *frecvența bolii* caracterizînd ușurința cu care se realizează infecția și de aci posibilitatea de

a ataca mai multe organe sau plante din aceeași specie sau specii pentru care parazitul respectiv are afinitate.

Virulența. Însușirea agentului patogen de a ataca cu o intensitate mai mare sau mai mică gazda, ilustrînd gradul de vătămare a organului sau plantei atacate, se numește virulență. Virulența caracterizează capacitatea activității parazitare a agentului patogen, influența lui parazitară și condiționează *intensitatea* bolii, determinînd tulburări de diferite grade, ce ajung uneori pînă la distrugerea totală a unor organe sau chiar a plantei în întregime.

Diferiți autori, specialiști în patologia vegetală și mai ales în patologia animală și umană, dau noțiunii de virulență însușiri cu un conținut mai larg sau mai limitat.

S. F. Moskovski (1947) înțelege prin virulență totalitatea proprietăților agentului patogen care determină raporturile sale cu organismul gazdei. Topley A. Wilson's (1946) consideră virulența ca totalitatea calităților agenților patogeni care-i fac periculoși pentru organismul gazdă. Gäumann (1950) menționează că într-un sens mai limitat, se consideră că virulența înseamnă numai capacitatea agentului patogen de a se reproduce în interiorul gazdei.

În literatura de specialitate este adeseori utilizat și termenul *patogenitate*. Și acestei noțiuni, diferiții autori îi dau sensuri cu conținuturi mai mult sau mai puțin diferite.

I. A. Zilber (1959) și alți specialiști în patologia umană, înțeleg sub denumirea de patogenitate capacitatea agentului patogen de a produce un proces infecțios decelabil din punct de vedere clinic, sau capacitatea de producere a bolii. G. C. Ainsworth (1963) definește patogenitatea ca proprietatea unui agent de a fi patogen, virulența considerînd-o ca fiind gradul sau măsura patogenității. În același sens sînt folosiți acești termeni de C. Stapp (1956), Garber și colab. (1956), G. Goidânich (1959), Gorlenko (1964) etc.

Modul de nutriție al organismelor fitopatogene

După modul de nutriție, plantele pot fi împărțite în două mari grupe biologice : plante autotrofe și plante heterotrofe. La aceste două categorii se adaugă o a treia — plante mixotrofe, care sînt capabile de o fotosinteză redusă, dar care absorb și substanțe organice din mediul înconjurător.

Plantele autotrofe sînt capabile să sintetizeze substanțe organice (hidrați de carbon, substanțe proteice, grăsimi etc.) pornind de la substanțe anorganice. La plantele autotrofe predomină procesele de anabolism (de sinteză), care sînt endotermice și au loc prin absorbție de energie. După felul energiei folosite pentru sinteza substanțelor orga-

nice, plantele autotrofe se împart în : plante *autotrofe fotosintetice* sau *fototrofe*, acelea care folosesc ca sursă de energie lumina solară (plantele cu clorofilă sau alți pigmenți trofici, din care fac parte majoritatea fanerogamelor și numeroase criptogame) ; plante *autotrofe chimiosintetice* sau *chimiotrofe*, acelea care folosesc ca sursă de energie energia chimică rezultată din descompunerea substanțelor organice, descompunere pe care ele însele o provoacă cu ajutorul fermenților (bacteriile nitrifiante, sulfuroase).

Plantele heterotrofe folosesc pentru nutriție substanțele organice. La acestea predomină procesele de catabolism (de descompunere), care sînt exotermice (dinamogene), avînd loc cu degajare de energie.

Organismele heterotrofe au rol foarte important în natură prin aceea că mențin echilibrul bioxidului de carbon din atmosferă. Agenții fitopatogeni, din punctul de vedere al nutriției, aparțin tocmai acestei grupe.

Plantele heterotrofe își procură substanțele organice cu care se hrănesc fie din resturile organice ale viețuitoarelor, fie direct din corpul viu al acestora. După relațiile cu mediul trofic, plantele heterotrofe sînt împărțite în două mari grupe :

1. *Saprofite*. Organismele care se hrănesc pe seama resturilor organice ale viețuitoarelor se numesc saprofite ; din această grupă fac parte majoritatea bacteriilor și a ciupercilor. În cadrul grupei saprofitelor distingem două subgrupe :

a) *total saprofite* (saprofite obligate), în care sînt cuprinși agenții ce trăiesc exclusiv ca saprofiți, neavînd nici un stadiu parazitar ;

b) *facultativ parazite* (semisaprofite), în care sînt cuprinse organisme saprofite, însă care, în anumite condiții, pot deveni parazite, capabile de a ataca și de a se dezvolta pe plante vii, producînd boli. Astfel, diferite specii ale genurilor *Fusarium*, *Verticillium*, în mod obișnuit, trăiesc în pămînt ca saprofite, însă în anumite condiții pot deveni parazite, atacînd țesuturi vii. Această grupă de organisme saprofite este foarte importantă, constituind un izvor permanent de noi paraziți.

2. *Parazite*. Organismele care se hrănesc direct din substratul viu se numesc parazite ; și în cadrul acestei categorii deosebim mai multe subgrupe :

a) *facultativ saprofite*, care cuprind organisme adaptate foarte bine la viața parazitară, însă care pot trăi și ca saprofite. Un exemplu caracteristic ni-l oferă ciuperca *Phytophthora infestans*, care provoacă mana cartofului ; această ciupercă atacă țesuturi vii, pe care le omoară și apoi continuă să trăiască ca saprofită pe țesuturile omorîte. Această subgrupă este apropiată de facultativ parazite, față de care nu se poate face o demarcație precisă, însă reprezintă un pas înainte spre adaptare la viața parazitară ;

b) *parazite obligate*, care cuprind organisme în dezvoltarea cărora există cel puțin un stadiu parazitar. Între acestea distingem două categorii :

— *semiparazite*, organisme parazite obligate, dar care prezintă în cursul dezvoltării lor și un stadiu saprofitic *(Taphrina deformans*, care produce băsicarea frunzelor de piersic, iernează ca saprofit între solzii mugurilor și pe scoarța ramurilor) ;

— *total parazite*, organisme care nu prezintă nici un stadiu saprofitic, întreaga lor dezvoltare desfășurîndu-se în stadiu parazitar (ciupercile din fam. *Peronosporaceae*, *Eryziphaceae*, ord. *Uredinales*).

Între aceste grupe și subgrupe nu se poate face o demarcație netă, întrucît există o întreagă gamă de organisme cu moduri de nutriție intermediare.

În legătură cu interpretarea conținutului noțiunii de parazit, unii cercetători (L i n k) consideră parazite toate organismele care se dezvoltă pe plante vii, indiferent dacă țesutul din care se hrănesc este viu sau mort. Alții (N a u m o v, S t e v e n s, J o u n g) socotesc că trebuie considerate ca parazite numai organismele care se dezvoltă pe seama țesuturilor vii. Pentru a desemna organismele care se dezvoltă pe țesuturi moarte, M ü n c h introduce termenul de *necrofite*, pe care îl încadrează într-o clasificare a organismelor patogene, denumite de el *patofite*.

★

Prin *parazitism* se înțelege conviețuirea disarmonică dintre două organisme, în care unul dintre ei — parazitul — se hrănește pe seama și în detrimentul celuilalt — parazitat. Efectul parazitismului este starea de boală. Conviețuirea dintre cei doi parteneri este condiția esențială pentru apariția și evoluția bolii. Durata bolii, care se poate sfîrși fie prin moartea plantei-gazdă, fie prin restabilirea echilibrului funcțional (însănătoșirea plantei-gazdă), coincide cu durata acestei conviețuiri.

Problema originii și a evoluției parazitismului în general și la ciuperci în special a făcut obiectul multor cercetări.

M a s s e e (1905) emite ipoteza că apariția parazitismului se datorește „obișnuinței" ciupercii cu o anumită specie de plantă-gazdă pe calea chemotactismului pozitiv față de o anumită substanță.

M a g n u s și W e t t s t e i n consideră apariția formelor noi ale ciupercilor parazite ca un rezultat al adaptării directe, al obișnuinței și al moștenirii însușirilor căpătate pe această cale.

O interesantă ipoteză asupra originii parazitismului la ciuperci a fost emisă de N a u m o v (1939), care socotește că anumite ciuperci saprofite, dezvoltîndu-se pe părțile moarte ale plantelor și ajungînd la limita cu țesuturile vii, s-au adaptat la noile condiții de viață, trecînd treptat la viața parazitară.

Importante contribuții la lămurirea unor aspecte ale problemei parazitismului le-au adus și alți cercetători, ca de pildă, N o ë l B e r n a r d, G ä u m a n n, K u r s a n o v etc.

Cea mai complexă prezentare a problemei a făcut-o V. F. Kuprevici (1947) în lucrarea sa intitulată *Fiziologia plantei bolnave în legătură cu problemele generale de parazitism*.

Cercetînd raporturile dintre diferitele grupe de ciuperci parazite și plante-gazdă, Kuprevici ajunge la concluzia că modul de nutriție inițial este cel saprofit, pe cînd modul de nutriție parazit este derivat din acesta după următoarea schemă de evoluție : saprofit — facultativ parazit — facultativ saprofit — parazit obligat.

Această evoluție de la saprofit la parazit este explicată prin variabilitatea sistemului de fermenți secretați de ciuperci. Compoziția și caracterul complexului de fermenți determină principalele însușiri biologice ale ciupercilor, cum sînt modul de hrănire și modul de acțiune asupra substratului. Într-adevăr, dacă se cercetează sistemul de fermenți, se constată că la ciupercile saprofite este mai bogat și mai variat, ceea ce le conferă posibilități foarte mari de adaptabilitate. Ciupercile saprofite, datorită acestui fapt, se pot dezvolta pe substraturi foarte variate, pe cînd ciupercile parazite al căror sistem de fermenți este redus și specializat se pot dezvolta numai pe anumite substraturi. Datorită toti diferenței complexului enzimatic, procesele patologice (efectul distrugător al parazitului asupra plantei gazdă) sînt cu atît mai intense cu cît agentul patogen este mai puțin specializat, mai apropiat de saprofit. Astfel, tuberculii de cartof atacați de ciuperci din genul *Fusarium* sau de bacteria *Erwinia phytophthora* într-un timp oarecare sînt descompuși în întregime, putrezind. Această putrezire se datorește acțiunii enzimatice foarte intense a agentului patogen. Atît *Fusarium*, cît și *Erwinia phytophthora* sînt paraziți facultativi. La plantele atacate de ciuperci parazite obligate, cum sînt ciupercile care produc ruginile cerealelor, datorită micii variabilități și specializării stricte a sistemului de fermenți, procesele patologice sînt limitate și puțin intense.

Sensul general al evoluției progresive a parazitismului, precum și diferitele căi prin care s-a realizat sînt reprezentate în schema nr. 1.

Indiferent de lacunele existente în ipotezele și părerile emise de diferiți cercetători, fondate și argumentate într-o măsură mai mică sau mai mare în funcție de nivelul cunoștințelor și al mijloacelor de investigații din perioada respectivă, este evident că însușirea de parazitism s-a format în decursul unui proces istoric ce se încadrează în procesele generale de evoluție a organismelor, supunîndu-se acelorași legi ale naturii și vieții.

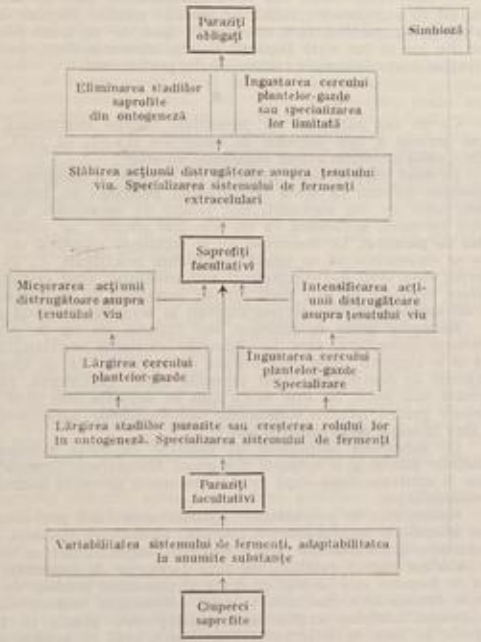
★

După poziția față de substratul nutritiv (planta-gazdă), distingem următoarele categorii de organisme fitopatogene :

— *ectoparazite* sau *epifite*, care se dezvoltă la suprafața organelor atacate ; din acest grup fac parte majoritatea ciupercilor *Erysiphaceae*, care se instalează pe suprafața organelor plantelor, iar de aici trimit

SCHEMA Nr. 1

Sensul general al evoluției progresive a parazitismului în direcția parazitilor obligați (după Kuprevici)



haustori, de regulă, în celulele epidermice, fără ca miceliul să pătrundă profund, în interiorul țesuturilor ;

— *endoparazite* sau *endofite*, care se dezvoltă în țesuturile plantei-gazdă, care, la rîndul lor, pot fi *intercelulare*, cînd se dezvoltă în spațiile dintre celule, sau *intracelulare*, cînd pătrund și se dezvoltă în

interiorul celulelor plantei-gazdă; endoparazite sînt virusurile, bacteriile și majoritatea ciupercilor fitopatogene;

— *ecto-endoparazite* sau *hemi-endoparazite*, care se dezvoltă atît ecto, cît și endoparazit; astfel, la speciile genului *Phyllactinia*, dintre *Erysiphaceae*, miceliul este ectoparazit, însă de pe acest miceliu pornesc din loc în loc niște formații numite *stomatopodium*, care pătrund în spațiile intercelulare ale țesuturilor din profunzime.

★

Ca un caz particular de parazitism trebuie menționată *simbioza*. Acest termen a fost introdus de către de Bary, în 1879, pentru a defini „viața în comun a unor organisme diferite".

În mod curent, prin simbioză se înțelege o asociere între două organisme diferite, în urma căreia ambii parteneri au foloase. În realitate, între cei doi simbionți sînt relații de parazitism, în care unul dintre parteneri acționează ca un adevărat parazit, iar celălalt reacționează ca parazitat. De asemenea nu se stabilește niciodată un echilibru, cum se obișnuiește să se spună (parazitism echilibrat), ci, în momente diferite, cînd unul din componenți este exploatat, cînd celălalt. Cu alte cuvinte, simbioza nu este decît un caz particular de parazitism, în care cei doi componenți sînt perfect adaptați la acest fel de viață în comun.

Exemplul clasic de simbioză sînt lichenii, un tip de plantă cu o structură particulară, care își datorește existența conviețuirii între o algă și o ciupercă. Alga este atacată de ciupercă, dar și ciuperca este stînjenită în dezvoltarea ei de prezența algei. La început, ciuperca se dezvoltă mai mult, iar mai tîrziu alga se dezvoltă mai bine. Ciuperca folosește pentru nutriție substanțele hidrocarbonate sintetizate de algă, iar alga folosește de la ciupercă apa.

De asemenea, orchideele își datoresc existența simbiozei dintre rădăcinile plantei și o ciupercă din genul *Rhizoctonia*. Orchideele nu au putut fi cultivate decît după ce s-a descoperit prezența acestei ciuperci în rădăcinile lor.

Nodozitățile de pe rădăcinile leguminoaselor sînt provocate de bacteria *Rhizobium leguminosarum (Bacillus radicicola)*. Bacteria, atrasă de substanțele hidrocarbonate, atacă rădăcina leguminoasei ca un parazit, iar rădăcina plantei reacționează prin formarea de nodozități, al căror mod de formare este identic cu acela al tumorilor produse de *Agrobacterium tumefaciens*. Bacteria, folosind substanțele hidrocarbonate pentru fixarea azotului, exploatează și stînjenește planta în faza ei de creștere. În faza de înflorire și fructificare, cînd se produc acumulări, planta are nevoie de mai mult azot, pe care îl găsește sub formă de substanțe acumulate în celulele bacteriilor moarte. Nici aici nu este vorba de un echilibru, ci de exploatare în momente diferite, iar relațiile dintre cei doi parteneri sînt cele de parazit și parazitat.

★

Cercul de plante-gazdă sau *spectrul plantelor-gazdă* reprezintă componența specifică a plantelor pe care, datorită însușirilor sale parazitare, agentul patogen le poate ataca.

După cum patofitele sînt capabile să atace o singură specie de plantă-gazdă sau plante din specii, genuri și chiar familii diferite, pot fi împărțite în: polifage, oligofage și monofage.

Patofitele *polifage* (grec. *polys* „mult" și *phagein* „a mînca") au un cerc larg de plante-gazdă, fiind capabile să se dezvolte pe plante chiar din familii diferite. Astfel, *Sclerotinia sclerotiorum* poate ataca floarea-soarelui, ceapa, fasolea, cartoful, tutunul, sfecla și multe altele.

De asemenea, la unii agenți patogeni adaptați să parazitezе pe plante sau organe debilitate, cercul gazdelor este foarte larg. *Botrytis cinerea*, în special în condiții de umiditate accentuată și aerisire necorespunzătoare, se poate instala pe organele cele mai variate la un număr aproape nelimitat de plante (mii) din genuri, familii și ordine diferite.

Pentru a desemna această proprietate, diferiți autori folosesc și alți termeni sinonimi sau cu sensuri mai mult sau mai puțin apropiate, ca: *plurivori, multivori, pleofagi, eurixeni* etc.

Patofitele *oligofage* (grec. *oligos* „puțin" și *phagein* „a mînca"), deși se dezvoltă pe mai multe plante aparținînd diferitelor specii, totuși cercul lor de gazde este relativ restrîns. Astfel, ciupercile din genurile *Phragmidium* se manifestă numai pe *Rosaceae*, *Claviceps* numai pe *Graminaceae*, iar *Clasterosporium carpophilum* atacă numai plante aparținînd familiei *Rosaceae* și mai ales din grupul sîmburoaselor.

Agenții patogeni cu un grad mai mult sau mai puțin accentuat de polifagie au capacitatea de a ataca mai slab sau mai puternic unele plante din cercul de gazde. Această proprietate se numește *capacitatea de infecție specifică*. Gazda atacată cu predilecție constituie *gazda principală*, iar plantele mai puțin frecvent atacate — *gazde secundare*. Gazdele secundare, care sînt atacate în cazuri rare sau în condiții speciale, se numesc *gazde ocazionale*.

În practica curentă totuși, împărțirea gazdelor în principale și secundare se face după alte criterii și în special după importanța economică. Cartoful este socotit gazdă principală pentru *Synchytrium endobioticum*, pentru că această plantă are importanță din punct de vedere economic, deși este mai slab atacat decît alte plante din cercul gazdelor ciupercii (*Solanum dulcamara, S. nigrum* ș.a.).

Patofitele *monofage* (grec. *monos* „unu" și *phagein* „a mînca") se dezvoltă pe specii cuprinse într-un singur gen sau chiar pe o singură specie de plantă. Așa, de pildă, *Plasmopara viticola* nu atacă decît vița de vie, producînd mana.

Plantele care fac parte din cercul de gazde numai al unui singur agent patogen, pe care îl reține („plante filtre") și față de care reacționează în mod caracteristic, pot servi ca *plante-test, test-organisme* sau *plante-indicator* pentru diferențierea agenților patogeni greu de diagnosticat. Această proprietate este deosebit de importantă pentru iden-

tificarea virusurilor a căror determinare cu ajutorul altor mijloace (observarea la microscopul electronic, stabilirea constantelor fizice și chimice etc.) este greoaie și dificilă.

Unii agenți fitopatogeni sînt aparent polifagi, cum este *Puccinia graminis*, care produce rugina neagră a grîului, a orzului, a secarei, a ovăzului și a multor graminee spontane. În realitate, această specie prezintă forme și rase fiziologice (biotipuri) strict specializate, capabile să atace o singură specie sau numai anumite soiuri sau linii ale gazdei.

În trecut s-a considerat că o specie de agent patogen, delimitată prin anumite caractere morfologice, este omogenă atît din punct de vedere morfologic, cît și biologic, socotindu-se că toți indivizii aceleiași specii posedă aceeași capacitate de a parazita.

Pe măsura perfecționării metodelor și a mijloacelor de cercetare și punere în evidență a caracterelor morfologice și biologice ale agenților patogeni, în cadrul tot mai multor specii stabilite după criteriile introduse de L i n n é, s-au delimitat unități sistematice biologice mai mici.

Formele speciale (formae speciales; la singular *forma specialis*, prescurtat *f. sp.*) sau *speciile biologice* sînt grupe de forme, în cadrul unei specii, care se deosebesc prin cercul plantelor-gazdă și, adeseori, și prin anumite particularități morfologice.

Încă din 1896 E r i k s s o n și H e n n i g au separat pentru prima dată 9 forme speciale de *Puccinia graminis: f. sp. tritici* cu gazda principală *Triticum; f. sp. secalis* cu gazda principală *Secale cereale; f. sp. avenae* cu gazda principală *Avena* etc. Între aceste forme speciale sau specii biologice există și unele mici deosebiri morfologice. Astfel, uredosporii de la f.sp. *secalis* au diametrul mic, aproximativ și aceleași dimensiuni ca la f.sp. *tritici* și f.sp. *avenae* (13—18 μ), pe cînd diametrul mare este de 31—44 μ la f.sp. *secalis* față de 21—35 μ la celelalte două forme.

Rasele, sușele, formele sau *biotipurile* constituie unitățile sistematice elementare ale parazitologiei, mai precise decît formele speciale. Desemnarea lor se face prin numere de ordine, litere, precum și după denumirea plantei-gazdă, după proveniența geografică etc.

În sens biologic, aceste unități sistematice elementare reprezintă cloni sau grupuri de indivizi descendenți pe cale vegetativă ai unei singure celule sau unui singur spor (în cazul sporilor uniceluiari), putînd fi astfel considerate pure din punct de vedere genetic. Descendenții obținuți din reproducerea sexuată nu mai sînt identici din punct de vedere biologic cu părinții și de aceea sînt deja cloni noi.

Rasele diferiților agenți patogeni se pot deosebi una de alta prin particularitățile cele mai variate din punct de vedere morfologic sau biologic (dimensiunile conidiilor, caracterele de cultură pe medii nutritive, gradul de agresivitate și virulență, specializarea strictă pentru anumite specii, soiuri sau chiar linii de plante gazdă etc.), situate în limitele variabilității speciei respective.

De regulă, diferitele rase sau biotipuri se deosebesc nu numai printr-un singur caracter, ci concomitent prin mai multe. Spre exemplu, R u d l o v (1935) a izolat din frunze de mei de diferite soiuri și proveniențe, 172 de culturi monosporale de *Endostigme inaequalis*, și nici una nu a prezentat caractere identice cu alta în ceea ce privește forma creșterii, energia dezvoltării, colorația și structura miceliului, intensitatea formării conidiilor, dimensiunile conidiilor, agresivitatea și componența specifică a gazdelor. C h r i s t e n s e n și G r a h a m (1934), studiind 1 200 de culturi monosporale de *Helminthosporium gramineum* (proveniențe din Europa și America), au constatat 125 de rase distincte, care se deosebesc prin particularități de creștere, colorație pe anumite medii nutritive (neagră, cenușie, verde-măslinie, purpurie, roșie închis sau deschis etc.), prin numărul septelor la conidii, dimensiunile conidiilor (la o sușe conidiile au avut 101,4 ± 0,21 μ lungime, iar la alta 65,7 ± 0,74 μ); în ceea ce privește agresivitatea, pe cînd cu una din sușe s-au obținut infecții în 76% din cazuri, cu alta nu s-a obținut nici un caz de infectare.

Cercetările asupra biotipurilor sau raselor agenților patogeni au căpătat și continuă să capete o dezvoltare tot mai mare atît cantitativ (gama agenților luați în studiu), cît și calitativ (adîncirea aspectelor genetice, biochimice, fiziologice etc.) datorită interesului practic deosebit, în special pentru crearea de soiuri și linii de plante rezistente la boli. Astfel, numai din *Puccinia graminis* f. sp. *tritici* s-au diferențiat peste 300 de rase sau biotipuri. Este probabil că, pe măsură ce studiile asupra specializării agenților fitopatogeni se vor extinde, adîncì și cristaliza, rasele sau biotipurile să devină unitățile de bază ale sistematicii parazitologiei vegetale.

Dacă sînt numeroase cazuri cînd un agent patogen atacă mai multe gazde, există și situații inverse, în care anumite gazde sînt atacate de doi sau mai mulți agenți patogeni diferiți. Cînd cercurile plantelor-gazde ale unor agenți patogeni diferiți coincid într-un anumit sector, plantele pe care parazitează agenții respectivi sînt numite *gazde comune*. Astfel de gazde sînt întotdeauna susceptibile la pericolul *infecțiilor mixte*. Spre exemplu, *Acer saccharinum* este gazdă comună pentru vîscul esențelor foioase și vîscul bradului.

Enzimele și toxinele agenților fitopatogeni. Principalele însușiri biologice ale agenților patogeni sînt determinate de *complexul enzimatic* (sistemul de fermenți) pe care îl secretă, precum și de *toxine*, care sînt produși ai activității vitale a paraziților.

Enzimele și toxinele, ca substanțe care provoacă reacții patologice la planta-gazdă, acționează diferit. Astfel, enzimele sau fermenții sînt considerați ca *produse cu acțiune primară*, deoarece sînt în legătură directă cu nutriția agentului patogen. Acționînd asupra diferiților compuși din țesuturile plantei-gazdă (hidrați de carbon, albumine s.a.) nece-

sare nutriției, provoacă *vătămări directe* țesuturilor, de cele mai multe ori cu caracter local.

Toxinele sînt considerate ca *produse cu acțiune secundară*, deoarece sînt produse ocazionale, care nu se găsesc în legătură cu nutriția. Acțiunea patogenă a acestora, duce, de cele mai multe ori, la *vătămări indirecte* ale țesuturilor, deoarece aceste substanțe eliminate de agentul patogen sînt purtate în întreg organismul, provocînd procese de îmbolnăvire uneori depărtate de focarul de infecție.

Fermenții reprezintă unica armă de acțiune a bacteriilor și a ciupercilor asupra substratului pe care se dezvoltă și din care își procură substanțele necesare hranei.

Cu toate că microorganismele sînt incomparabil mai mici în raport cu focarul izolat al infecției, totuși, datorită capacității lor intense de reproducere, necesită un schimb de substanțe mai intens și deci cerințe nutritive mult mai mari decît celulele gazdei.

Fermenții sau enzimele sînt de două feluri : cei mai mulți sînt *fermenții extracelulari* sau *exoenzimele*, care sînt secretați din celulele în care au fost elaborați : alții, *endofermenții* sau *endoenzimele*, rămîn în interiorul celulelor în care s-au format.

După acțiunea lor, distingem mai multe categorii de enzime : enzime hidrolizante, enzime oxidante și reducătoare, enzime disociante și sintetizante, enzime coagulante și lichefiante. Această categorisire nu este întotdeauna bine delimitată, aceeași enzimă uneori putînd fi plasată în una sau alta din aceste grupe.

În majoritatea cazurilor cunoscute la agenții fitopatogeni, fermenții manifestă o *acțiune hidrolizantă* asupra substratului, deci fac parte dintre *hidrolaze*.

Fermenții cei mai des întîlniți la agenții fitopatogeni sînt :

— *pectinaza* descompune substanțele pectice din membrană. Patofitele care secretă pectinaza produc în general putregaiuri. A fost constatată la unele bacterii, ca : *Erwinia carotovora, Pseudomonas destructans, Plectridium pectinivorum* etc. și la ciuperci, ca : *Botrytis cinerea*, diferite specii de *Mucor, Rhizopus, Aspergillus, Penicillium*, diferite *Basidiomycete* s.a. La ciupercile parazite obligate, care trăiesc în țesuturi vii, nu s-a găsit acest ferment ;

— *celulaza* solubilizează lamelele celulozice ale membranelor celulare. Este un ferment mai puțin frecvent la agenții patogeni. Acțiunea celulolitică a fost pusă în evidență la bacterii ca : *Cytophaga, Bacillus fermentationis cellulosae*, la unele ciuperci ca : *Piricularia oryzae, Helminthosporium* sp., *Fusarium* sp. *Gibberella saubinetii, Nigrospora oryzae* s.a. Nu se întîlnește la ciupercile parazite obligate ;

— *ligninaza* sau *hadromaza* descompune parțial membranele lignificate, degradînd hadromul. Acest ferment se întîlnește la unele ciuperci lignicole, ca : *Merulius lachrymans, Polyporus subacidus, Trametes pini, Stereum hirsutum* etc., care provoacă putrezirea lemnului ;

— *citaza* acționează asupra hemicelulozelor. Se găsește la numeroase bacterii și ciuperci parazite (*Mucor, Rhizopus, Fusarium, Alternaria tenuis, Trichothecium roseum, Ustilago zeae, Armillaria mellea*) și multe altele ;

— *amilaza* degradează amidonul pînă la maltoză. Această descompunere se petrece în realitate printr-o serie de etape intermediare succesive, în care fermenți diferiți — amilaza, dextrinaze (amilodextrinaza, erithrodextrinaza, achroodextrinaza) — transformă amidonul în produși din ce în ce mai simpli (amilodextrine, erithrodextrine, achroodextrine). Acțiune amilolitică prezintă și multe *Saccharomycetae (Saccharomyces exiguus, S. thermantitonum, S. acetachylicus, Schizosaccharomyces pombe, Sch. mellacei, Sch. octosporus* etc.) și alte ciuperci, ca : *Aspergillus niger, A. oryzae, Chlamydomucor oryzae, Boletus variegatus, Polyporus sulfureus* etc. ;

— *lipazele* produc hidrolizarea substanțelor grase, degradîndu-le pînă la glicerină și acizi grași. Astfel de fermenți au fost puși în evidență la o serie de *Macromycetae (Amanita muscaria, A. phalloides, Lactarius vellereus, Bovista gigantea, Coriolus abietinus), Saccharomycetae (Saccharomyces olei)*, care folosesc pentru nutriție și substanțe grase ; de asemenea, au mai fost constatați și la alte ciuperci, ca : *Aspergillus niger, A. fumigatus, A. flavus, A. glaucus, Penicillium glaucum, Lactarius sanguifluus* etc. ;

— *proteazele* descompun substanțele proteice. Unele au proprietatea de a rupe legăturile peptidice — CO — NH —, care leagă aminoacizii constitutivi ai protidelor. Albuminoidele sînt degradate și transformate succesiv în albumoze, propeptone, peptone, polipeptide, aminoacizi. Peptidazele (dipeptidaze, tripeptidaze, polipeptidaze), care transformă albuminoidele în albumoze, propeptone și peptone, au fost puse în evidență la *Aspergillus parasiticus*, diferite *Saccharomycetae* și la unele ciuperci din genul *Psalliota*. Triptazele, care transformă propeptonele și peptonele în aminoacizi, leucină, tirosină etc., au fost găsite la ciuperci din genul *Psalliota*. Endotriptaza, căreia i se datorește lichefierea gelatinei din mediile de cultură, a fost constatată la *Penicillium glaucum*, diferite ciuperci din genul *Aspergillus, Botrytis cinerea* s.a. Tot din grupul proteazelor fac parte și nucleazele, care acționează asupra acizilor nucleici.

O serie de alte enzime intervin în metabolismul agenților patogeni, întreținînd potențialul oxidoreducător. *Oxidazele, peroxidazele* și *catalazele* acționează în procesele de oxidare. *Reductazele* intervin în procesele de reducere. Între enzimele din grupul oxidazelor și cel al reductazelor se situează *deshidrogenazele* (determină deshidrogenare, în fond un caz particular de oxidare, în care scoaterea hidrogenului se face în prezența altui acceptor de hidrogen decît oxigenul) și *redoxazele* sau *oxidridazele* (au rolul de catalizatori în procesele de oxidoreducere).

B. A. Rubin și E. V. Arțihovskaia au dovedit că la ciupercile parazite obligate fermenții cei mai des întîlniți sînt *amilaza*,

amidazele și *catalaza*. La uredinale, *oxidazele* sau lipsesc, sau au activitate redusă; *tirozinaza* nu a fost găsită de loc. În concluzie, complexul de fermenți se micșorează pe măsură ce se trece de la parazitii facultativi spre parazitii obligați.

În general, celula vie elaborează fermenți caracteristici, independent de compoziția mediului nutritiv. Totuși, la aprecierea sistemului de fermenți al ciupercilor parazite se ia în considerare o oarecare labilitate a procesului fermentativ în legătură cu condițiile mediului exterior, ca: reacția mediului (pH-ul), temperatura ș.a. Variabilitatea sistemului de fermenți la ciupercile parazite este în legătură și cu alți factori, cum ar fi condițiile de nutriție, fenomenele de hibridare și altele. Complexul de fermenți la diferitele grupe biologice de ciuperci este diferit, și prin aceasta se explică acțiunea lor diferită asupra plantelor.

Karström împarte fermenții în două categorii: fermenți constitutivi și fermenți adaptivi.

Fermenții constitutivi sînt elaborați de organisme în mod constant, independent de compoziția chimică a substratului. Spre exemplu, *Aspergillus niger* și *Botrytis cinerea* formează constant pectinaza, indiferent dacă mediul nutritiv conține sau nu pectină.

Fermenții adaptivi sînt elaborați de organismul respectiv numai cînd este necesar. Astfel, pectaza este pentru *Aspergillus niger* și *Botrytis cinerea* un ferment adaptiv, deoarece pe substrat fără pectină *A. niger* în general nu formează pectază, iar *B. cinerea* o formează în cantități infime. Cînd în mediul nutritiv există pectină, ambele ciuperci reacționează prin adaptare individuală, elaborînd acest ferment nespecific, pectaza.

Toxinele sînt produși ai activității vitale a parazitilor, care, pătrunzînd în elementele vii ale plantei-gazdă, influențează procesele fiziologice ale acesteia.

Acțiunea patogenă a toxinelor se manifestă în cele mai multe cazuri prin fenomene de ofilire, de unde și denumirea de *marazmine* (grec. *marazo* „a se ofili"). În ceea ce privește mecanismul acțiunii, toxinele acționează chimic asupra plantei, după tipul coagulazelor. Toxinele fitopatogene, de regulă, intră în legături stabile cu anumiți componenți ai celulei, din care cauză, în cele din urmă, nu se mai constată prezența lor sub forma inițială.

Unele toxine sînt puse în libertate (sînt eliminate) în timpul vieții microorganismului, pătrunzînd în țesuturile gazdei imediat după formarea lor. Acestea se numesc *exotoxine*. Altele sînt puse în libertate numai după moartea microorganismului care le-a elaborat, deci după ce membranele celulare devin permeabile. Acestea se numesc *endotoxine*.

Dintre exotoxinele fitopatogene, cel mai bine sudiate sînt peptidele și chinonele, inclusiv lactonele, iar dintre endotoxine — peptidele (G ă u m a n n, 1950).

Dintre exotoxine se pot menționa: licomarazmina — peptidă elaborată de *Fusarium lycopersici*; iavanicina — chinonă elaborată de specii de *Fusarium*; patulina (clavacina) — lactonă nesaturată, elaborată de specii de *Penicillium*; dintre endotoxine, se pot menționa eniatinele (eniatina A) — polipeptide elaborate de specii de *Fusarium*.

Unele toxine sînt specifice pentru un anumit agent patogen (licomarazmina, produsă de *Fusarium lycopersici*); altele sînt nespecifice, ca eniatina A, produsă de mai multe specii de *Fusarium* (*F. avenaceum, F. oxysporum, F. sambucinum, F. scirpi*).

Chiar în limitele unei specii botanice a agentului patogen, capacitatea diferitelor sușe de a forma toxine poate fi variată. Nu s-a reușit identificarea unei legături între patogenitatea agenților patogeni *in vitro* și capacitatea lor de a forma toxine *in vitro*. Spre exemplu, la *Fusarium lycopersici* sușa R-5-6 este foarte patogenă, în 4 săptămîni producînd pieirea a 100% din plantele infectate; sușa 257 este mai slab patogenă, provocînd numai o slabă decolorare a unor frunze la 10—20% din plantele infectate. *In vitro* sușa R-5-6 formează puțină licomarazmină, pe cînd sușa 257 foarte multă. Deci pe baza toxigenității *in vitro* nu se pot trage concluzii asupra patogenității *in vivo* (G ă u m a n n, 1950).

În ceea ce privește puterea acțiunii toxinelor fitopatogene, comparativ cu toxinele bacteriilor patogene ale omului, se poate spune că sînt slab toxice, cantitatea minimă de toxină necesară raportată la 1 kg greutate vie pentru a produce vătămări ireversibile fiind relativ mare în cazul agenților fitopatogeni. Această situație se datorește, probabil, faptului că exotoxinele bacteriene ale agenților patogeni ai omului acționează ca fermenți sau ca inhibitori ai fermenților, astfel că nu sînt consumate, pe cînd toxinele fitopatogene intră în legături stabile cu anumiți componenți ai plantei, din care cauză nu mai pot fi puse în evidență ca atare (G ă u m a n n, 1950).

Toxinele pot fi specifice în ceea ce privește acțiunea asupra anumitor plante și chiar anumitor țesuturi sau pot avea o acțiune largă. Licomarazmina exercită acțiune patogenă în afara tomatelor și asupra altor plante, ca: *Pelargonium zonale*, cartof, vița de vie, provocînd ofilirea caracteristică. În acest caz, deși acțiunea toxinei se manifestă la un cerc de plante mai larg decît chiar al agentului patogen, *Fusarium lycopersici* neinfectînd nici *Pelargonium zonale* și nici vița de vie, se referă totuși la un număr restrîns de plante. Patulina posedă o acțiune nespecifică, necunoscîndu-se specii de plante asupra cărora să nu acționeze.

Unele substanțe formate de agenții fitopatogeni, deși nu sînt propriu-zis toxine, pot fi încadrate în această categorie, deoarece contribuie la acțiunea patogenă. Dintre aceste substanțe fac parte diferiți acizi organici, ca acidul citric, oxalic, succinic, gluconic, fumaric, lactic,

galic etc., alcoolul etilic, unele polizaharide (poligalactoza, polimanoza ș.a.), unii pigmenți, ca : cachirisogenina, betacarotina etc.

Tot în grupul toxinelor menționăm o serie de substanțe toxice (otrăvitoare), produse în special de ciuperci :

— alcaloizii din grupul ergotininei (ergotinina, ergotoxina, ergotamina, ergotaminina, ergosina, ergosinina, ergobasina, ergobasinina, ergocristina, ergocristinina, ergoclavina), care se formează în sclerotii produși de *Claviceps purpurea* (cornul secarei). Acești alcaloizi provoacă contracția mușchilor netezi și a vaselor de sînge la om și animale. Această proprietate explică accidentele, cunoscute sub numele de ergotism, provocate la cei care consumă pîine de secară preparată din făină în care s-au măcinat și scleroți de *Claviceps* ;

— hemolizinele, formate de unele ciuperci (*Gyromitra esculenta*, diferite *Helvellaceae*, *Amanita rubescens*, *Amanita phalloides*), sînt otrăvuri care acționează hemolitic asupra globulelor de sînge, distrugîndu-le ;

— muscarina, existentă la ciupercile *Clitocybe rivulosa*, *C. dealbata* și la diferite specii de *Inocybe*, *Amanita muscaria* ș.a., este un alcaloid puternic toxic, care acționează accentuînd procesele secretorii și în special producînd o transpirație exagerată ;

— micoatropina, un alcaloid cu proprietăți apropiate de ale atropinei, existent la *Amanita muscaria* și, probabil, și la *A. pantherina*, acționează provocînd tulburări gastrointestinale și ale sistemului nervos (beția muscariană) ;

— otrăvurile phalloidiene, elaborate de ciupercile *Amanita phalloides*, *A. verna* și *A. virosa*, constituie încă o problemă insuficient pusă la punct. După Lynen și Wieland (1937), Wieland și Helermeyer (1938), principiile toxice la *Amanita phalloides* sînt : phallina, phalloidina și amanitina. Aceste otrăvuri provoacă tulburări grave gastrointestinale, apoi generale, ducînd la oprirea inimii.

Numeroase alte ciuperci elaborează, de asemenea, diferite substanțe toxice, ca : ustilaginina, produsă de *Ustilago zeae*, temulina, produsă de *Endoconidium temulentum*, giberelina izolată din *Gibberella fujikuroi* etc.

Unele dintre aceste substanțe toxice elaborate de ciuperci, datorită anumitor proprietăți pe care le au, rațional folosite, au o largă utilizare în terapeutica medicală.

Problema toxinelor agenților fitopatogeni, deși a făcut obiectul a numeroase cercetări, nu este pînă în prezent suficient de elucidată. De asemenea, noțiunea de toxină la agenții fitopatogeni nu este prea bine conturată, diferiți autori utilizînd-o în sensuri mai restrînse sau mai largi.

Factorii care influențează proprietățile parazitare ale agenților patogeni

Proprietățile parazitare ale agenților patogeni nu reprezintă o valoare constantă, ei putînd suferi modificări datorită anumitor *factori interni*, precum și unor *factori externi*.

Factori interni

Cauzele interne condiționează o serie de modificări ireversibile, în formă de salturi, ale însușirilor parazitare proprii agenților patogeni.

Aceste cauze interne pot fi de natură vegetativă, modificările putînd fi legate de individualizarea (segregația) nucleilor sau de reunirea vegetativă a nucleilor. În ambele cazuri, modificarea, în formă de salt, este numită *saltație*, iar produsele rezultate, *cloni saltanți* sau *saltanți*.

Cauzele interne pot fi de natură sexuată, în care caz pot fi legate de contopirea sexuată a nucleilor. Cauzele de natură ereditară condiționează o adevărată modificare genotipică a agentului patogen, putînd avea loc ca rezultat al hibridării sau ca o consecință a unei mutații, produsele rezultate fiind astfel *hibrizi* și, respectiv, *mutanți*. Principalii factori interni care influențează proprietățile parazitare ale agenților patogeni sînt :

Sexul. La unele ciuperci, miceliile sînt diferențiate din punctul de vedere al potențialului sexual (ciuperci heterotalice). În cele mai multe cazuri nu se poate vorbi de o deosebire evidentă între proprietățile parazitare ale miceliilor de sexe diferite. Sînt însă și ciuperci la care sînt patogene numai miceliile de un anumit sex. Astfel, la *Mucor hiemalis* este patogen numai miceliul bărbătesc (+), pe cînd cel femeiesc (—) se dezvoltă numai saprofit. De asemenea la *Ustilago violacea* sînt patogene numai miceliile bărbătești (+).

Faza nucleară. Comportarea agenților patogeni din punctul de vedere al agresivității și al virulenței este de cele mai multe ori diferită în cursul alternanței lor de faze nucleare.

Majoritatea ciupercilor patogene din clasa *Ascomycetes* sînt agresive și virulente în haplofază.

Ciupercile din ord. *Taphrinales* (cl. *Ascomycetes*) și cele mai multe *Basidiomycetes* sînt patogene în *dikariofază*. În aceste cazuri, în procesul copulației somatogame, între plasmogamie (contopirea protoplasmelor) și kariogamie (fuzionarea nucleilor) se interpune această formă specială de heterokarioză, faza cu doi nuclei (*dikarion*), dikariofaza. Celulele ciupercii în această fază conțin pereche nucleare cu potențialul ambilor componenți (părinți). Deși cei doi nuclei contrari rămîn totuși morfolgic independenți, din punct de vedere fiziologic alcătuiesc o unitate. Dikariofaza poate fi mai scurtă sau mai lungă, uneori cea mai mare parte a ciclului biologic al anumitor ciuperci des

fășurindu-se în această fază. Astfel, miceliul haploidal la *Ustilago zeae* este redus, de scurtă durată, saprofit, incapabil să realizeze infecția. Porumbul este infectat numai de miceliul dikariotic. Deci, în acest caz, trecerea în dikariofază este premisa trecerii de la stadiul saprofit la cel parazitar, adică a apariției agresivității. Numai în această fază miceliul prezintă capacitatea de a parazita, proprietate care lipsește ambilor parteneri parentali haploidali.

Ciupercile din ord. *Uredinales* sînt agresive și virulente, atît în haplofază, cît și în dikariofază, pe aceeași gazdă (speciile autoice) sau pe gazde deosebite (speciile heteroice). Diferențieri evidente privind principalele însușiri parazitare, condiționate de faza nucleară, se constată mai ales la uredinalele heteroice. La acestea, faza haploidă se dezvoltă pe o anumită plantă dintr-o familie, de regulă, îndepărtată de cea a gazdei cu care are afinitate în dikariofază. Astfel, la *Puccinia graminis*, miceliul primar, haploidal, parazitează pe *Berberis vulgaris* (dracilă), iar miceliul secundar, dikariotic, pe *Graminaceae*.

Specializarea fiziologică. Unele ciuperci parazite obligate, ca *Puccinia graminis, Erysiphe graminis* etc., prezintă forme speciale, care se deosebesc prin cercul plantelor-gazdă pentru care au afinitate. *Puccinia graminis* are de asemenea și numeroase rase sau biotipuri, care se deosebesc prin gradul de agresivitate și virulență, precum și prin specializarea strictă pentru anumite soiuri sau chiar linii ale plantei-gazdă.

Hibridarea. Ca rezultat al procesului de înmulțire sexuată, la diferiți agenți fitopatogeni apar în mod permanent calități noi. Aproape fiecare copulație este însoțită de hibridare și duce la recombinarea zestrei ereditare a parazitului, constituind deci premisele apariției de noi biotipuri. Keitt și Palmiter (1938), din 8 ascospori de *Endostigme inaequalis* din aceeași ască, au obținut 8 culturi monosporale, care s-au deosebit atît prin caractere morfologice, culturale, cît și în ceea ce privește însușirile lor parazitare față de 4 soiuri de măr.

După reproducerea pe cale sexuată, biotipurile, de regulă, nu se păstrează, își întrerup existența, cu excepția numai a unor cazuri rare, cînd întîmplător se realizează aceeași combinație a factorilor ereditari care le-au dat naștere. Menținerea biotipurilor este posibilă numai la agenții patogeni capabili să se reproducă pe cale asexuată, vegetativă, deoarece la aceștia nu apar sau sînt foarte rare combinațiile noi ale zestrei ereditare. Dacă în ciclul de dezvoltare lipsesc generațiile asexuate și deci fiecare reproducere este sexuată (*Gymnosporangium sabinae*), formarea unor biotipuri cît de puțin constante sau fixate nu este posibilă.

O mare predispoziție pentru hibridare o prezintă *Puccinia graminis*, ceea ce explică existența numeroaselor biotipuri ce s-au pus în evidență la această specie. Basidiosporii diferitelor forme speciale și biotipuri infectează în fiecare primăvară frunzele de dracilă. În cursul procesului sexual, pe lîngă copulațiile între aceleași forme speciale sau rase biologice, au loc copulații și între forme sau rase diferite (copulații hibride), care întîmplător nimeresc pe gazda comună. Ca rezultat se formează ecidiospori heterokariotici, hibrizi, a căror comportare se remarcă prin proprietăți parazitare modificate. Tufele de dracilă situate în apropierea solelor de cereale ce pot fi atacate de *Puccinia graminis* asigură întotdeauna condiții pentru hibridare și devin surse permanente de noi biotipuri hibride de *P. graminis*. Acest fapt a fost demonstrat de Stakman, Levine, Cotter și Hynes (1934), care, examinînd 96 de ecidiospori de *P. graminis*, au identificat 26 de biotipuri, dintre care 6 noi, adică cîte un biotip la fiecare 4 ecidiospori, pe cînd din analiza a 8 000 de uredospori izolați la întîmplare din natură a rezultat că revine în medie 1 biotip la 100 de uredospori, adică de 25 de ori mai puțin decît în cazul ecidiosporilor.

Distrugerea dracilei și a altor gazde intermediare în cazul uredinalelor, pe lîngă importanța pe care o prezintă în întreruperea ciclului de dezvoltare heteroic al acestor agenți patogeni, înlătură și posibilitățile de hibridare și deci apariția de biotipuri cu însușiri patogene noi.

Mutațiile. În numeroase cazuri, mutațiile determină modificări ale proprietăților parazitare ale agenților fitopatogeni.

La agenții patogeni cu reproducere sexuată (în special la ciuperci), astfel de modificări se produc în sensul noțiunii clasice de mutație. În astfel de cazuri, modificarea în salturi a zestrei ereditare incluse în cromozomi poate fi verificată la descendenții în procesul moștenirii caracterelor. În literatura de specialitate, din dorința de a nu se crea termeni noi, expresia mutației este utilizată și pentru bacterii și virusuri în sensul oricăror modificări în salturi, chiar dacă acestea sînt reversibile.

La ciuperci au fost puse în evidență numeroase cazuri de mutații neindoielnice. Stakman și colab. (1929), examinînd circa 200 de culturi monosporale de *Ustilago zeae*, descendente dintr-un singur basidiospor, au constatat numeroase deosebiri morfologice și fiziologice, unele sușe prezentînd și în continuare o predispoziție accentuată pentru mutație (în cursul anului o sușe a format 220 de mutante diferite). Desi agresivitatea acestor sușe nu poate fi verificată direct (fiind haploide, de regulă sînt lipsite de capacitatea de a infecta plantele), prin combinarea corespunzătoare a sușelor, s-a putut demonstra că unele dintre ele, ca rezultat al mutației, au pierdut agresivitatea, nefiind capabile de a produce infecții chiar în dikariofază, pe cînd altele au manifestat o agresivitate mai mare decît forma inițială.

Cazuri de mutații la ciuperci au fost puse în evidență de numeroși cercetători: Dickinson (1932), la *Helminthosporium pedicellatum, Fusarium fructigenum, F. vasinfectum*; Walter (1937), la *Ophiostoma ulmi*; Keitt, Langford și Shay (1943) și Shay și Keitt (1945), la *Endostigme inaequalis*, și mulți alții.

Linkoln (1940) a obținut mutații ale bacteriei *Xanthomonas stewartii* în interiorul plantelor de porumb. Infectînd plante de porumb

cu bacteria cultivată în culturi monosporale și apoi izolînd și efectuînd însămînțări cu bacteriile din țesuturile atacate, a constatat la unele sușe mutații constînd în modificarea completă a patogenității sușei inițiale pure și omogene a bacteriei.

La virusurile fitopatogene, mutațiile mai ușor de pus în evidență se manifestă în modificarea agresivității, în special a intensității și a caracterului simptomelor.

Saltațiile. Calități noi, asemenea celor care pot apărea ca urmare a mutațiilor și hibridării, pot fi și de natură vegetativă, legate de individualizarea nucleilor sau de reunirea vegetativă a nucleilor.

La unele ciuperci fitopatogene, celulele hifelor miceliene sînt polinucleate. Dacă nu toți nucleii sînt identici din punct de vedere genetic (heterokarioza), nucleii heterogeni se pot segrega spontan și pot da naștere unor sușe nestabile (saltanți, heterotipuri).

Segregarea vegetativă a nucleilor are loc în locurile de ramificare ale hifelor miceliene sau cu ocazia formării sporilor pe hifele heterokariotice. Din celulele sau sporii respectivi iau naștere indivizi care pot avea proprietăți patogene diferite.

În alte cazuri se produce procesul invers, adică are loc o reunire a nucleilor prin fuzionarea vegetativă (anastomozarea) a hifelor miceliene. Cînd anastomozarea se petrece între hifele a două sușe diferite, ca urmare a fenomenului de heterokarioză, se poate produce apariția de forme cu însușiri patogene noi.

Sarcina infecțioasă. Cantitatea de indivizi patogeni necesară pentru realizarea infecției prezintă valori caracteristice pentru diferiți agenți patogeni, care variază în funcție de proprietățile lor parazitare, de receptivitatea gazdei și de condițiile mediului.

La unele ciuperci parazite (*Peronosporaceae, Erysiphaceae, Uredinales*) este suficient un singur spor pentru ca, în condiții prielnice, să se producă infecția și îmbolnăvirea gazdei. La alte ciuperci, ca *Synchytrium endobioticum, Tilletia tritici*, pentru ca boala să se manifeste, este necesar ca în contact cu organul receptiv al plantei-gazdă să se găsească un număr mai mare de spori.

Valoarea sarcinii infecțioase, deși nu modifică proprietățile parazitare intrinsece ale agentului patogen, influențează realizarea infecției. De regulă, o dată cu creșterea sarcinii infecțioase pînă în anumite limite optime, crește și frecvența îmbolnăvirilor.

Factori externi

Factorii externi acționează permanent asupra agenților fitopatogeni, influențîndu-le proprietățile parazitare în limitele variabilității speciei respective. Între aceste limite, modificările se produc, de regulă, treptat și sînt reversibile, ele dispărînd o dată cu încetarea acțiunii factorului care le-a provocat.

Regimul de nutriție. Pentru stabilirea relațiilor parazitare, agenții patogeni trebuie să posede, în afara vitalității necesare producerii infecției, și capacitatea de a se reconstrui cît mai repede, adaptîndu-se la cerințele modului de viață parazitară și ale modului parazitar de nutriție.

Unii agenți patogeni, pentru a deveni agresivi, trebuie să treacă printr-un stadiu saprofitic. Alții, trăind saprofit un timp mai îndelungat, pierd capacitatea de a ataca, iar la alții modul de nutriție saprofit nu le influențează agresivitatea și virulența.

Sporii (picnospori) de *Coniothyrium diplodiella*, care produce putregaiul alb al strugurilor, nu pot germina în apă sau, dacă germinează, nu pot provoca infecții. În soluții zaharate, de preferință în sucul boabelor cu un anumit procent de zahăr (0,5—1%), germinează foarte bine și pot produce infecții chiar pe frunze. De asemenea *Armillaria mellea* infectează foarte greu rădăcinile arborilor viguroși, trecînd direct din sol. Dacă se dezvoltă însă pe trunchiuri bătrîne, unde găsește o nutriție mai abundentă decît în solul de pădure, atunci proprietățile parazitare ale ciupercii se modifică, încît de pe acestea, cu ajutorul rizomorfelor, pătrunde activ în rădăcinile nevătămate ale arborilor din apropiere. Astfel se explică faptul că majoritatea arborilor atacați de *Armillaria mellea* se găsesc în apropierea trunchiurilor putrezite. În același mod se comportă și numeroase alte ciuperci care atacă lemnul.

Alți agenți patogeni, după o hrănire saprofită mai mult sau mai puțin îndelungată, pierd complet capacitatea de a produce infecții. Astfel, *Pseudomonas solanacearum*, după numai cîteva luni de cultivare pe medii de cultură, pierde total capacitatea de infecție.

Se cunosc de asemenea agenți patogeni, de exemplu *Corticium vagum* și *Erwinia carotovora*, care își păstrează neschimbate proprietățile parazitare chiar după o nutriție saprofită de 30 de ani (S t a p p, 1950).

Nu numai tipul de nutriție, ci chiar compoziția substratului nutritiv, precum și proporția în care se găsesc diferite substanțe (hidrați de carbon, azot), modifică proprietățile parazitare ale agenților patogeni. Astfel, *Ophiobolus graminis*, după cultivarea prealabilă pe paie, are capacitatea maximă de a parazita; cultivat pe boabe de ovăz și orz, de cele mai multe ori agresivitatea slăbește datorită nutriției excesive; de asemenea, datorită unei nutriții sărace, în sol, capacitatea de a parazita este micșorată.

Sporii de *Tilletia tritici*, care produce mălura grîului, într-un mediu bogat în azot (gunoi de grajd), își pierd capacitatea patogenă și nu mai pot ataca grîul.

Influența plantei-gazdă. După realizarea infecției, agentul patogen suferă influența tuturor factorilor din interiorul țesuturilor plantei, printre care condițiile de nutriție și reacțiile de protecție.

Proprietățile parazitare ale agenților patogeni, în cele mai multe cazuri, nu suferă modificări evidente sub acțiunea plantei-gazdă. Se

cunoaște însă cazuri în care proprietățile parazitare se modifică sub influența gazdei.

Dacă o sușă de *Phytophthora infestans* parazitează mai mulți ani (circa 100 de generații) pe un soi receptiv de cartof, trecînd din tubercul în tubercul, agentul patogen degenerează, pierzînd total capacitatea de infecție datorită nutriției prea bogate în hidrați de carbon. Dacă această sușă se trece pe frunzele aceluiași soi de cartof, în două-trei mutări își recapătă patogenitatea inițială.

Un alt aspect privind modificarea însușirilor parazitare tot la *Phytophthora infestans* este cazul cînd o sușă oarecare se dezvoltă continuu pe tuberculii unui soi rezistent; se constată că după 5—11 generații pierde total capacitatea de infecție. Dacă înainte de pierderea totală a proprietăților parazitare se trece pe un soi receptiv, sușa își recapătă activitatea inițială. Cu alte cuvinte, la *Phytophthora infestans*, capacitatea de a parazita crește sub influența soiurilor receptive de cartof și scade pînă la pierderea totală sub influența soiurilor rezistente (G ä u m a n n, 1950).

În ambele cazuri citate mai sus se constată că procesul de creștere și micșorare a agresivității și virulenței este reversibil, bineînțeles între anumite limite.

Se cunosc însă și cazuri cînd virulența unor agenți patogeni crește după dezvoltarea repetată pe un soi rezistent și scade pînă la o oarecare limită după dezvoltare pe soiuri receptive, deci invers ca la *Phytophthora*. Astfel, la *Xanthomonas stewartii*, care produce ofilirea porumbului, s-a constatat o creștere a patogenității prin dezvoltarea repetată pe soiuri de porumb rezistente.

Un alt aspect al influenței plantei-gazdă asupra proprietăților agenților patogeni este *modificarea cercului de gazde*. S a l m o n (1904) încearcă adaptarea agenților patogeni pe gazde nereceptive, prin trecerea lor pe gazde slab receptive — plante-punte. Astfel *Erysiphe graminis* f. sp. *bromi*, care se dezvoltă pe *Bromus racemosus*, nu produce infecții pe *Bromus pratensis* (și nici infecția inversă nu a reușit experimental). Cu conidii obținute pe *Bromus racemosus* s-au reușit însă infecții pe *Bromus hordeaceus*, iar cu conidii de pe acesta s-au reușit infecții pe *Bromus pratensis*. Deci *Bromus hordeaceus* s-a comportat ca o plantă-punte, modificînd proprietățile parazitare ale ciupercii, care devine capabilă să se dezvolte și pe plante nereceptive, plante ce nu intră în cercul obișnuit de gazde. Cu alte cuvinte, cercul de gazde se lărgește.

H a m m a r l u n d (1925), folosind conidii cu o mare capacitate de infecție, reușește să producă infecții direct de pe *Bromus racemosus* pe *B. pratensis* și invers, demonstrînd prin aceasta că rolul plantei-punte nu este de a provoca apariția de calități noi la agentul patogen, ci de a stimula numai intensificarea unor calități existente.

În unele cazuri, prin trecerea agenților patogeni printr-o anumită gazdă, nu are loc o modificare a proprietăților lor parazitare, ci numai o simplă separare a componenților amestecului eventualelor sușe. Spre exemplu, la mozaicul tutunului, pe specii de *Nicotiana* s-au găsit simultan o sușă foarte virulentă și o sușă slab virulentă. După caracterele externe nu poate fi stabilită infecția mixtă, deoarece predominante și evidente sînt simptomele provocate de sușa mai virulentă. După trecerea pe *Eryngium aquaticum*, infectînd din nou specii de *Nicotiana*, s-au constatat pe acestea simptome slabe, abia vizibile. S-ar putea presupune că proprietățile parazitare ale virusului au slăbit. J. J o h n s o n (1947) explică însă acest fenomen prin faptul că *Eryngium* „filtrează" sușa virulentă și astfel poate fi pusă în evidență sușa slab virulentă.

Influența temperaturii. Deoarece plantele nu au o temperatură constantă, temperatura mediului condiționează viteza de creștere a agenților patogeni, cantitatea și activitatea fermenților secretați, precum și formarea toxinelor.

În general se constată că, la marea majoritate a agenților patogeni, optimul activității lor parazitare este foarte apropiat de optimul de temperatură al creșterii vegetative.

Pentru majoritatea ciupercilor și bacteriilor fitopatogene din zona temperată, temperaturile minime sînt apropiate de 0°; temperaturile optime sînt cuprinse între 20 și 28°C, iar temperaturile maxime pentru creșterea vegetativă între 33 și 35°C, pe cînd limita termică a viabilității lor este cuprinsă între 44 și 45° C.

Se cunosc și ciuperci ale căror optim de temperatură este mai apropiat de temperaturile scăzute. Astfel *Herpotrichia nigra* se dezvoltă foarte bine pe țesuturile acoperite de zăpadă, iar la 24°C creșterea încetează. La alți agenți patogeni, ca, de pildă *Pseudomonas solanacearum*, din contra, optimul este cuprins între 35 și 37°C.

Deși există numeroase date referitoare la influența temperaturii asupra proceselor patologice, nu se poate delimita cu precizie influența sa, separat, numai asupra însușirilor parazitare ale agenților patogeni, deoarece, ca și ceilalți factori de mediu exterior, acționează în același timp și asupra rezistenței plantei-gazdă.

DISEMINAREA AGENȚILOR PATOGENI

Ciclul evolutiv al agenților patogeni se termină, de regulă, cu producerea, în cantități uneori foarte mari, a unităților sau a germenilor de propagare (a propagulelor), care prin răspîndirea lor asigură repetarea în timp și spațiu a ciclurilor biologice. Răspîndirea propagulelor constituie de fapt punctul de plecare al unui nou ciclu evolutiv, deoarece prin ea se realizează una dintre principalele condiții pentru producerea infecțiilor, punerea în contact a agentului patogen cu planta-gazdă.

Răspîndirea agenților patogeni este de două feluri — directă și indirectă — după natura factorilor care o determină și funcția pe care o îndeplinesc propagulele în înmulțirea agentului patogen și perpetuarea bolii.

Răspîndirea directă

Prin răspîndire directă se înțelege transmiterea agentului patogen de la o generație a plantei-gazdă la generația următoare (adică de la un ciclu de vegetație la cel următor), care se face nemijlocit, adică fără a fi necesară intervenția unor factori intermediari. În transmiterea directă se încadrează toate formele de transmitere cuprinse în sfera termenului de răspîndire autonomă. Se pot distinge trei feluri de transmitere directă: transmitere germinativă, vegetativă și independentă. Fiecare din primele două sînt, la rîndul lor, de două feluri: intramatricală (endofită, endogenă) și extramatricală (epigenă, epifită, exogenă) sau aderentă, după cum agentul patogen se găsește în interiorul organului folosit la înmulțire sau pe suprafața acestuia.

Transmiterea germinativă. În transmiterea germinativă endofită, G ă u m a n n (1946) distinge două forme, și anume: exogenă, cînd agentul patogen trece din planta-mumă bolnavă în embrionul plantei viitoare și îl infectează, și endogenă, cînd agentul patogen ajunge din afară pe planta-mumă și infectează embrionul din care se dezvoltă viitoarea plantă-fiică.

Prima formă de transmitere se întîlnește, mai mult sau mai puțin frecvent, în patogeneza unor bacterioze, micoze și mai ales viroze. Virozele fiind boli cu infecție generalizată, virusul se răspîndește în toată planta, ajungînd, prin funicul, în semințe, infectînd și embrionul.

A doua formă de transmitere germinativă endofită se întîlnește la ciupercile *Ustilago nuda* și *U. tritici*, care produc tăciunele zburător al orzului respectiv al grîului. Clamidosporii acestor ciuperci puși în libertate la înspicat sînt luați și transportați de vînt pe spice: în timpul înfloritului, ei ajung în interiorul florii, unde germinează și hifele ciupercii pătrund în ovar. Pe măsură ce embrionul se dezvoltă, el este invadat de miceliu, care la maturitatea bobului trece în stadiul de repaus vegetativ. Din boabele infectate vor ieși după semănat plante al căror spic va fi atacat de tăciune.

Sînt și cazuri cînd ambele forme de transmitere endofită se întîlnesc la același agent patogen. Așa, de exemplu, virusul mozaicului fasolei se transmite fie trecînd de la planta bolnavă în semințe, fie prin polenul infectat provenit de la planta bolnavă transpus experimental pe stigmatul florilor de fasole. Infecția seminței de fasole cu bacteria *Xanthomonas phaseoli* se face de asemenea pe ambele căi, mai frecvent prin

infecții directe din afară și mai rar prin infecția transmisă sistemic de la planta-mumă.

În cazul transmiterii germinative aderente, germenii bolilor aderă la exteriorul semințelor, al fructelor sau al altor părți de plantă care servesc pentru înmulțire. Deși în realitate acest mod de transmitere este o varietate a răspîndirii indirecte, sămînța sau părțile de plantă constituind numai un vehicul pentru răspîndirea agentului patogen, G ă u m a n n (1946) o menține, justificat, între formele directe de răspîndire. Transmiterea aderentă poate fi considerată ca o variantă a fiecăruia dintre cele două moduri de transmitere: transmitere germinativă aderentă și transmitere vegetativă aderentă. În toate cele patru cazuri, agentul patogen se transmite descendenților direct, în procesul dezvoltării lui. Prima se aseamănă în ce privește consecințele cu transmiterea germinativă propriu-zisă, cu care deseori se confundă. Transmiterea germinativă aderentă este mai frecventă la ciuperci și bacterii și foarte rară la virusuri.

În categoria agenților patogeni care se transmit pe această cale intră toți aceia care contaminează la exterior organele de reproducere ale plantei-gazdă. Dintre ciuperci se încadrează în această categorie *Tilletia* spp., care produce mălura grîului, și speciile de *Ustilago*, care produc tăciunele acoperit al unor cereale (*U. hordei, U. nigra, U. levis* etc.). La aceste ciuperci infecția plantelor este germinală, ea fiind produsă în perioada de germinare în sol a semințelor contaminate superficial cu spori. G ă u m a n n (1946) include în această grupă și cazurile în care agentul patogen pătrunde și se localizează sub palee, cum este cazul clamidosporilor de *Ustilago avenae*, care produce tăciunele zburător al ovăzului, la care de fapt infecția este tot germinală. Un caz analog îl constituie, în mare parte, și transmiterea ciupercii *Helminthosporium gramineum*. B r a u n (1965) încadrează tot aici transmiterea ciupercii *Rhizoctonia solani* prin scleroții care aderă la suprafața tuberculilor, precum și ciuperca *Synchytrium endobioticum*, care se transmite prin akinetosporangii care aderă în același mod.

Transmiterea vegetativă. Transmiterea vegetativă este forma de transmitere directă cea mai răspîndită. Se întîlnește la un număr foarte mare de bacterii și ciuperci și mai ales la virusuri. După cum și denumirea o arată, este caracteristică bolilor care atacă organele sau părțile de plante ce se folosesc la înmulțirea pe cale vegetativă (bulbi, tuberculi, rădăcini, butași, altoi, drajoni etc.).

În cazul transmiterii vegetative endofite, materialul plantat în vederea obținerii unei noi culturi poate prezenta infecții locale sau generalizate. Posibilități mai mari pentru răspîndirea pe această cale prezintă organismele parazite care produc boli cu infecție sistemică (traheobacterioze și traheomicozele) și virusurile, adică acei agenți patogeni care pătrund în toată planta și infectează sistemic organele ce se folosesc la plantat.

Destul de frecvente sînt și cazurile de transmitere vegetativă aderentă a ciupercilor și bacteriilor și foarte rar a virusurilor.

Transmiterea independentă. Prin răspîndirea independentă, G ă u m a n n (1946) înțelege deplasarea pe care agenții patogeni pot să o facă singuri, prin mijloace proprii de locomoție, pe aceeași plantă, de la un loc la altul sau de la o plantă la alta, fără participarea unor forțe din afară — vehicul sau vector.

În general, acest mod de răspîndire lipsește la virusuri, iar la celelalte grupe de agenți patogeni se întîlnește la un număr relativ foarte restrîns de ciuperci și antofite parazite, fiind mai caracteristic pentru bacteriile mobile.

Acest mod de răspîndire se caracterizează prin aceea că organismele fitopatogene respective pot realiza prin forțele proprii numai o deplasare foarte limitată în spații, deci foarte apropiată de sursa de infecție.

La ciuperci, răspîndirea independentă este caracteristică formelor inferioare, mai puțin evoluate care prezintă planospori, iar la bacterii este caracteristică numai formelor ciliate. Cu ajutorul cililor, aceste organisme se pot deplasa în apă, putînd parcurge distanțe de ordinul micronilor sau milimetrilor. Acest mod de răspîndire, fiind condiționat de prezența apei, a fost trecut din greșeală la răspîndirea hidrocoră.

În afară de forma tipică a deplasării active cu ajutorul cililor, la ciupercile mai evoluate răspîndirea independentă se realizează și prin creșterea activă a filamentelor miceliene și a rizomorfelor care pot parcurge de la focar distanțe ceva mai mari, de ordinul a cîtorva decimetri și pînă la cîțiva metri, foarte rar mai mult. Ca exemplu putem cita ciuperca *Armillaria mellea*, ale cărei rizomorfe, pornind de la planta atacată, cresc în sol în toate direcțiile, boala răspîndindu-se astfel de la un pom la altul. În această categorie intră și ciupercile *Sclerotium rolfsii*, *Rhizoctonia solani* și *Phymatotrichum omnivorum*; un mod de răspîndire asemănător se întîlnește și la unele antofite parazite (*Cuscute*).

O variantă mai puțin tipică a răspîndirii autonome prin sol este și transmiterea bolii de la o plantă la alta numai prin contactul rădăcinilor, fapt dovedit la virusul mozaicului X al cartofului de către R o b e r t s (1948), la *Phytophthora cactorum* de B r a u n și S c h w i n n (1935), la *Rhizoctonia solani* de B l a i r (1943) la *Armillaria mellea* de W a l a c e (1935).

B r a u n (1965) încadrează în acest gen de răspîndire și ciupercile care formează în sol spori de rezistență, care pot rămîne mult timp în viață pînă ce se ivesc premisele pentru a se dezvolta și ataca o nouă plantă. Pericolul acestor agenți patogeni constă în posibilitatea acumulării lor în sol în cazul unui asolament unilateral, devenind astfel, pe de o parte, o sursă de infecție, iar pe de altă parte de răspîndire a lor deodată cu pămîntul deplasat de apa de ploaie sau aderînd de diferite vehicule și vectori (uneltele și mașinile folosite la lucrarea solului și întreținerea culturilor, produsele recoltate etc.).

Răspîndirea indirectă

Răspîndirea indirectă (pasivă) a agenților patogeni se realizează cu ajutorul unor factori intermediari, de natură fizică (neanimați) sau biologică (animați). În primul caz se spune că agenții patogeni sînt vehiculați, în al doilea că ei sînt transportați de vectori, de obicei de insecte.

Pe cînd factorii răspîndirii directe asigură apariția primelor focare ale bolii sau producerea infecțiilor primare, cei care determină răspîndirea indirectă asigură propagarea bolii la distanțe mai mari sau mai mici, prin producerea unor serii succesive de infecții secundare.

Răspîndirea indirectă a agenților patogeni se realizează cu ajutorul vîntului, al apei, al animalelor și al omului.

Răspîndirea agenților patogeni cu ajutorul curenților de aer

Diseminarea propagulelor agenților patogeni cu ajutorul curenților de aer, numită de unii autori și diseminare anemocoră, anemofilă sau aerogenă (G ă u m a n n, 1946; F e r r a r i s, 1942), reprezintă pentru foarte mulți agenți patogeni principalul mod de răspîndire și de punere a lor în contact cu planta-gazdă. Curenții de aer și îndeosebi vîntul pot transporta pe calea aerului la distanțe mai mari sau mai mici o încărcătură de material biologic (inoculum), care poate reprezenta un potențial infecțios de o importanță esențială, capabil să asigure apariția continuă în anumite regiuni a bolilor endemice sau să alimenteze constant focarele de infecție, ceea ce este deosebit de important în cazul regiunilor în care agentul patogen nu poate să ierneze.

Importanța anemocoriei este diferită după natura agentului patogen și la același agent patogen după funcția și modul de formare și eliberare a structurilor de înmulțire (propagulelor).

Anemocoria este cel mai frecvent și mai important mod de răspîndire a ciupercilor fitopatogene, organele de propagare la majoritatea ciupercilor — sporii — fiind adaptate pentru diseminarea cu ajutorul vîntului. Sporii ciupercilor sînt în general mici și ușori, putînd fi astfel ridicați în aer și transportați de vînt la distanțe uneori foarte mari, unde, în condiții favorabile, pot produce pe plantele-gazdă pe care cad ceea ce G ă u m a n n numește infecțiile aerogene.

Curenții de aer și în special vîntul participă efectiv la răspîndirea multor ciuperci fitopatogene, dintre care unele de mare importanță economică (cele care produc ruginile și tăciunii cerealelor, făinările gramineelor, viței de vie, manele la vița de vie, la floarea-soarelui, la tutun etc.).

Vîntul mai poate contribui la răspîndirea ciupercilor fitopatogene și prin vehicularea fragmentelor de micelii și a porțiunilor de țesut atacat din dreptul petelor, care se desprind și cad, ca și a formațiilor

sclerotiale, mici și ușoare, ale unor ciuperci. Acest mod de răspîndire are însă o pondere foarte redusă în răspîndirea bolilor în raport cu acela al răspîndirii prin spori. De aceea ne vom ocupa în cele ce urmează mai mult de răspîndirea prin vînt a sporilor liberi ai ciupercilor care se răspîndesc în principal, în unele cazuri aproape exclusiv, prin curenții de aer și care prezintă un interes deosebit din punct de vedere epidemiologic.

Pentru răspîndirea anemocoră a agenților patogeni este necesar să fie îndeplinite următoarele premise principale, biologice și fizice: producerea unei cantități mari de spori; existența unor curenți de aer favorabili pentru răspîndirea sporilor; existența agenții patogeni a unor mecanisme de eliberare a germenilor care să asigure luarea acestora de către curenții de aer; realizarea condițiilor necesare pentru căderea sporilor și depunerea lor în stare viabilă pe plantele-gazdă; realizarea condițiilor de umiditate și temperatură necesare pentru germinarea sporilor și producerea infecției.

Producerea în cantități mari a materialului infecțios (a inoculum-ului). Una dintre însușirile agenților patogeni, îndeosebi a ciupercilor fitopatogene, care caracterizează adaptarea lor la răspîndirea anemocoră, este capacitatea de a produce un număr foarte mare de germeni sau unități de propagare, numite de G a r r e t (1960) și propagule.

Răspîndirea anemocoră este caracterizată, într-o măsură mult mai mare decît celelalte moduri de diseminare, printr-o risipă de spori, cea mai mare parte din potențialul infecțios transportat pe calea aerului fiind pierdută ca urmare a faptului că nu are posibilitatea să cadă pe plantele-gazdă și să le infecteze. Marea majoritate a sporilor vehiculați aerogen cad în locuri nepotrivite, ocupate de ape, lipsite de vegetație (pustiuri, munți stîncoși etc.) sau ocupate de o vegetație în care plantele-gazdă lipsesc. Se produc de asemenea pierderi mari prin aceea că sporii sînt răspîndiți într-un moment nepotrivit, ajungînd în regiunile respective prea devreme (înainte de semănatul plantei-gazdă sau cînd culturile sînt încă acoperite de zăpadă) sau prea tîrziu (după recoltarea plantei). Chiar dacă sînt puși de vînt în contact cu planta-gazdă, în timpul perioadei de vegetație se pot produce pierderi mari prin aceea că în acel moment plantele nu sînt receptive, nu au ajuns în faza de sensibilitate la boală sau nu s-au format organele sensibile. Sînt cazuri cînd plantele sînt expuse infecției numai un timp foarte scurt (de exemplu plantele de grîu și orz în cazul infecției cu *Ustilago tritici*, respectiv *U. nuda*). De asemenea, cu cît cercul de plante-gazdă sensibile al unei ciuperci este mai restrîns (de exemplu al unor ciuperci foarte specializate), cu atît pierderile sporilor căzuți pe plante este mai mare. În unele cazuri, cercul de plante-gazdă se îngustează atît de mult, încît pot produce infecții numai sporii care nimeresc pe anumite specii, varietăți sau numai pe anumite soiuri. Acesta este cazul ciupercilor care produc ruginile cerealelor, a căror specializare este foarte pronunțată, diferitele

rase fiziologice pe care le prezintă putînd infecta numai anumite soiuri ale aceleiași specii de plantă-gazdă.

Curenții de aer implicați în transportul aerian al materialului de infecție. Mișcările aerului sînt forțele fizice care intervin la ridicarea și transportul aerian al propagulelor și la căderea și depunerea lor pe plantele-gazdă. Rolul lor și condițiile deplasării anemocore a agenților patogeni au fost studiate amănunțit de diferiți autori atît teoretic, cît și practic prin cercetări experimentale (S c h r ö d e r, 1954, 1960; I n g o l d, 1953, 1960; G r e g o r y, 1952; C h r i s t e n s e n, 1942; W i l d e m a n n, 1947; H ă n n i, 1949; W e s t o n, 1921; C r a i g i e, 1954; Z o g g, 1949; P a d y, 1954; Z o b e l l, 1942; S t a k m a n și colab. 1923; S i l h a r y, 1954; B o c h o w, 1955; K e l l y, 1951 etc.). Prin aceste cercetări au fost lămurite multe aspecte ale modului cum acționează aceste forțe și ale procesului de vehiculare anemofilă a propagulelor agenților patogeni. S-au conturat de asemenea mai clar cele două coordonate principale ale mișcărilor curenților de aer de importanță epifitologică — direcția de mișcare a schimburilor de mase aeriene, determinate de diferențele de temperatură și intensitatea sau viteza acestei mișcări.

Din punctul de vedere al direcției în care acționează, mișcările aerului sînt de două feluri: orizontale și verticale. În primul caz, schimbul maselor de aer se face pe orizontală, în al doilea are loc un schimb vertical al acestora. În acest din urmă caz, mișcarea aerului se produce în cele două sensuri: ascendent și descendent.

Mișcarea orizontală a aerului, numită în mod obișnuit și vînt, este considerată ca unul dintre cele mai importante forțe fizice ale răspîndirii anemocore, la mari distanțe, a agenților patogeni. Această mișcare este determinată de variațiile pe orizontală a temperaturii maselor de aer în diferite părți ale globului sau ale unei suprafețe mai restrînse.

Viteza de deplasare a curenților orizontali de aer determină rapiditatea cu care agenții patogeni sînt diseminați pe cale aeriană și distanța la care aceștia pot ajunge, iar direcția de deplasare determină sensul în care se face această diseminare. Cu cît curenții de aer orizontali sînt mai puternici, mișcîndu-se cu o viteză mai mare, cu atît distanța de răspîndire a sporilor este mai mare. Sporii mici și ușori ai multor ciuperci pot fi însă antrenați și transportați, pe distanțe corespunzător mai mici, chiar de o mișcare lină, de o adiere foarte ușoară a vîntului sau chiar, într-o atmosferă aparent calmă, de cea mai slabă, uneori imperceptibilă, mișcare orizontală a aerului.

Mișcarea pe verticală a aerului, ascendentă sau descendentă, determinată de variațiile pe verticală ale temperaturii, prezintă de asemenea o mare importanță pentru răspîndirea anemocoră a agenților patogeni. Curenții de aer ascendenți reprezintă acea forță fizică care antrenează sporii foarte ușori ai unor ciuperci (basidiosporii uredinalelor și ustilaginalelor) de la locul lor de formare (de pe sol sau părțile de plantă),

ridicîndu-i și depunîndu-i pe organele aeriene superioare ale plantei-gazdă sau în straturile superioare ale atmosferei, ușurîndu-le astfel intrarea (angajarea) lor în curenții orizontali de aer, care îi transportă la distanțe mai mici sau mai mari.

Principalele etape ale diseminării anemocore a agenților patogeni. În răspîndirea anemocoră efectivă a agenților patogeni, Ingold (1960) distinge următoarele trei etape principale: eliberarea propagulelor, adică desprinderea lor de contactul imediat cu organul pe sau în care s-au format; transportarea lor, în stare viabilă, pe cale aeriană la distanțe mai mici sau mai mari; depunerea lor pe planta-gazdă, pe care în condiții favorabile o pot infecta.

Eliberarea și lansarea în aer a propagulelor. În răspîndirea anemocoră a agenților patogeni, un rol însemnat îl are modul de eliberare a germenilor agenților patogeni. În general, punerea în libertate a propagulelor este de două feluri: pasivă și activă.

Fiecare din aceste moduri caracterizează anumite grupe de ciuperci, însă sînt și cazuri cînd ambele forme se întîlnesc la aceeași ciupercă după structura fructificațiilor. Așa, de exemplu, la ciuperca *Venturia inaequalis*, eliberarea conidiilor se face pasiv, pe cînd eliberarea ascosporilor se face activ și violent.

Eliberarea pasivă este mai puțin frecventă la basidiomicete și la formele perfecte ale ascomicetelor; ea predomină la ciupercile din clasa *Phycomycetes* și este modul de eliberare esențial pentru ciupercile neperfecte și pentru formele conidiene ale ascomicetelor.

Eliberarea pasivă caracterizează îndeosebi ciupercile al căror spori se răspîndesc în principal prin sol, apă și animale, însă se întîlnește destul de frecvent și la organismele patogene la care predomină diseminarea anemofilă. Procesul eliberării pasive este simplu, el putînd fi provocat de umiditatea mediului, de mișcarea aerului, de acțiunea mecanică a stropilor de ploaie sau de activitatea insectelor.

În cazul unor ciuperci, prezența umidității este factorul hotărîtor în eliberarea pasivă a sporilor. Așa, de exemplu, la unele ciuperci, punerea în libertate a sporangiosporilor se face prin ruperea bruscă a pereților sporangelui, ca urmare a creșterii presiunii osmotice interioare. Se admite în general părerea că în creșterea presiunii intracelulare un rol important îl au substanțele nutritive acumulate în sporange sub formă de zahăr, glicogen etc. Dacă cantitatea de zahăr crește (ca urmare a hidrolizei glicogenului), sporangele absoarbe apă și se dilată din ce în ce mai mult, iar cînd presiunea osmotică depășește puterea de rezistență (limita de elasticitate) a peretelui, acesta se rupe brusc, și întregul conținut țîșnește afară.

Un rol însemnat în diseminarea pasivă a sporilor îl are vîntul, care prin clătinarea și lovirea plantelor între ele face ca frunzele și inflorescențele să vibreze, iar masele de spori, devenite prăfoase la maturitate, să se desprindă ușor și să ajungă în curenții orizontali de aer. Acest mod de eliberare a sporilor este esențial pentru răspîndirea clamidosporilor diferitelor specii de ustilaginale (*Ustilago nuda*, și *U. tritici*), pentru detașarea și răspîndirea conidiilor la multe *Peronosporaceae* (*Plasmopara viticola* etc.).

În cazurile de mai sus, acțiunea mecanică, directă a vîntului asupra plantelor este factorul principal în eliberarea și lansarea în curenții de aer a sporilor. La alte numeroase ciuperci și la bacterii, la care factorul principal în desprinderea sporilor îl constituie energia cinetică a picăturilor de ploaie, vîntul ca factor secundar poate juca un rol foarte important. Eliberarea și lansarea sporilor prin picăturile de ploaie și prin vînt au fost observate la unele *Hyphomycetes* (*Fusarium* spp., *Nectria* spp.), la *Melanconiales* (*Colletotrichum* spp.), la *Sphaeropsidales* etc. și la alte ciuperci; ele sînt frecvente și la bacterii.

Fig. 4. — Împrăștierea sporilor la *Cronartium* prin picăturile de ploaie (după Ingold).

Procesul desprinderii și împrăștierii sporilor de către picăturile de ploaie a fost studiat amănunțit de Gregory și colab. (1959) la specia *Fusarium solani*. S-a constatat că o picătură de ploaie cu diametrul de 5 mm, căzînd de la o înălțime de 7,4 m, pe un film de spori, gros de 0,1 mm, se descompune (sparge) în peste 5 000 de picăturele de 5—2 400 μ mărime, care se pot încărca fiecare cu peste 2 000 de spori.

O parte din aceste picăturele, și anume cele de dimensiuni mai mari, cad imediat (într-o fracțiune de secundă) pe substrat, pe o rază de 10—20 cm, rar pînă la cîțiva decimetri, de la locul căderii picăturii principale (fig. 4); o altă parte, formată din picăturelele cele mai mici, fiind foarte ușoare, pot rămîne mai mult timp în aer. În acest timp ele devin prin evaporare și mai mici, și mai ușoare și pot fi astfel antrenate de curenții de aer și transportate la distanțe mari împreună cu încărcătura de spori pe care o conțin. Această asociație a celor doi agenți — ploaie-vînt — prezintă avantajul că sporii, căzînd pe plantă, au la dispoziție și umiditatea necesară germinării lor și producerii infecției.

Desprinderea și răspîndirea sporilor ciupercilor și a bacteriilor ca urmare a activității insectelor constituie de asemenea un fenomen deseori întîlnit la ciuperci, mai ales la unele specii ale genurilor *Nectria*, *Claviceps*, *Graphium*, la unele uredinale etc.

Al doilea mod de punere în libertate a sporilor, și anume eliberarea activă și violentă a acestora, caracterizează în primul rînd agenții patogeni care sînt diseminați în principal de curenții de aer. În procesul istoric al adaptării lor la diseminarea anemocoră au apărut la aceste organisme patogene mecanisme proprii de aruncare activă și violentă a sporilor, dincolo de limitele stratului de aer nemișcat, la o înăl-

time care la unele ciuperci este de ordinul a zeci de milimetri și chiar zeci de centimetri.

La aceste ciuperci, mecanismele de eliberare activă a sporilor sînt foarte variate. Ele sînt mai simple și se întîlnesc mai rar la ciupercile ai căror spori se formează exogen (exospori) și mai complicate, mai tipice și mai active la acelea la care sporii se formează endogen (endospori). În general, ele se întîlnesc mai mult la formele perfecte ale ascomicetelor și la basidiomicete și mai puțin la ficomicete, la grupa ciupercilor imperfecte sau la formele conidiene ale ascomicetelor.

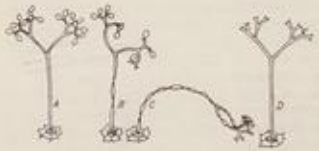


Fig. 5. — Eliberarea conidiilor la *Peronospora tabacina*.

A, conidiofor cu conidii în atmosferă umedă; *B* și *C*, conidiofori expuși la aer uscat; *D*, conidiofor revenit în condiții de aer umed (după Pickett).

La *Basidiomycetes*, eliberarea activă și violentă a sporilor este caracteristică pentru *Hymenomycetes*, *Tremellales*, *Uredinales* și pentru *Ustilaginales*. Aceste ciuperci prezintă unele particularități structurale, care pot fi considerate ca adaptări la eliberarea activă a sporilor.

La multe din aceste ciuperci, basidiosporii (sporidiile) sînt fixați asimetric pe sterigme; în momentul desprinderii, legătura dintre sporul matur și sterigmă se rupe ca urmare a apariției la baza sporului (în dreptul hilului) a unei picături foarte mici de lichid; în acest moment, sporul împreună cu picătura sînt aruncați la o distanță de aproximativ 1 mm (Buller, 1922, 1924). Se presupune că în desprinderea sporului intervine puterea presiunii hidrostatice.

Mecanisme de desprindere activă, bruscă a sporilor exogeni se întîlnesc și la unele *Phycomycetes* (*Sclerospora* spp., *Phytophthora* spp., *Peronospora* spp. etc.). La *Peronospora parasitica*, *Phytophthora* și la alte *Phycomycetes* (*Plasmopara helianthi*, *Peronospora effusa*, *Peronospora geranii* etc.), punerea activă în libertate a conidiilor ajunse la maturitate este determinată de mișcările bruște ale conidioforului bazate pe higroscopicitatea acestuia. Într-o atmosferă mai uscată, conidioforul se deshidratează treptat și axul lui împreună cu părțile superioare (ramificațiile, sterigmele și conidiile) încep să se răsucească în sensul acelor unui ceasornic; fiecare din părțile care alcătuiesc conidioforul se răsucesc independent unele față de altele, producîndu-se astfel o încîlcire (încurcare) a lor. Cînd aerul devine mai umed, conidioforul se îmbibă cu apă și caută să revină la poziția lui inițială, desrăsucindu-se în sens opus (fig. 5). În momentul acestei mișcări, al descurcării bruște a ramificațiilor încîlcite ale conidioforului, se produc smucituri, care au ca efect aruncarea

la distanță a conidiilor. Acest proces se produce în cazul variațiilor mari ale umidității atmosferice; în condițiile unei atmosfere continuu saturate în vapori de apă, eliberarea activă bruscă a conidiilor nu are loc.

La formele de ciuperci la care sporii se formează endogen (endospori), mecanismele de eliberare activă și violentă a sporilor se bazează pe dispozitive speciale mult mai complicate, care variază de la o ciupercă la alta. Cele mai tipice mecanisme se întîlnesc la *Ascomycetes*, la care sporii (ascosporii) se formează în ască și sînt puși în libertate prin mecanisme de diferite tipuri.

Punerea în libertate a ascosporilor se bazează la unele ascomicete pe creșterea presiunii osmotice în interiorul ascei, presiune care provoacă ruperea bruscă a peretelui ascei, ascosporii fiind proiectați în aer. Scăderea rezervelor de glicogen sau chiar dispariția completă a lui din asce, în faza de maturare a acestora, se crede că se datorește convertirii lui în zahăr, care, acumulîndu-se în cantități mari, mărește presiunea osmotică a sucului din ască și declanșează eliberarea ascosporilor.

În alte cazuri, aruncarea afară din ască a ascosporilor se face printr-un căpăcel existent în partea apicală a ascei (la ascomicetele operculate) sau printr-un por minuscul, ce există în partea superioară a ascei (la ascomicetele inoperculate). În aceste cazuri, ascosporii sînt descărcați violent din ască, simultan sau succesiv, în funcție de mărimea și forma acestor deschideri și a ascosporilor.

Lungimea mare a ascei și prezența unor mecanisme speciale asigură aruncarea la mare distanță a ascosporilor.

Modul și violența descărcării ascosporilor variază și cu structura corpurilor fructifere (ascofructelor). Din acest punct de vedere se deosebesc trei tipuri principale de descărcare activă și violentă a ascosporilor: tipul *Erysiphales*, tipul *Pyrenomycetes* și tipul *Discomycetes*.

La tipul *Erysiphales*, asca sau ascele sînt complet închise în peritecie (cleistoteciu), astfel că ele sînt puse în libertate prin ruperea pereților ascofructului, după care are loc golirea ascelor de ascospori. Ruperea pereților cleistoteciului se produce, de regulă, primăvara, cînd condițiile de umiditate sînt favorabile. În aceste condiții, ascele se măresc mult și exercită o presiune puternică asupra pereților ascofructului, care crapă neregulat și permite aruncarea afară a ascelor, după care are loc eliberarea ascosporilor prin ruperea pereților ascei (fig. 6). Eliberarea ascelor și a ascosporilor are la unele specii un caracter violent (la *Podosphaera leucotricha*).

La tipul *Pyrenomycetes*, ascele sînt închise într-o peritecie veritabilă, de regulă în formă de butelie sau într-o pseudotecie cu o funcție biologică similară, prevăzută în partea superioară cu un gît care se termină cu o deschidere. La acest tip, în momentul expulzării ascosporilor ajunși la maturitate asca rămîne fixată cu partea de jos, la baza periteciului. Pentru a ajunge cu partea de sus pînă la orificiul de deschidere al periteciului, asca — fiind elastică — se alungește (se întinde)

până când partea ei apicală a ieșit puțin afară din orificiul periteciului: în acest moment, peretele ascei se rupe la vîrf, și ascosporii sînt aruncați afară. După golire, asca se contrage, retrăgîndu-se la fundul peri-

Fig. 6. — *Sphaerotheca xoeva* — asce.

1, asca ajunsă prin porocele crăpat și periteciul; *2*, asca gata să descarce ascosporii; *3*, asca după descărcarea ascosporilor (după Kalmus).

teciului, iar în locul ei se întinde pentru golire o altă ască matură. Procesul se repetă până ce se golesc toate ascele. Intervalul de timp dintre golirea ascelor este, de obicei, de cîteva minute.

Al doilea mod de golire a ascelor se întîlnește la ciupercile la care periteciile prezintă un gît (cioc) lung și ascuțit (la *Endothia parasitica*, *Gnomonia rubi*, *Guignardia bidwellii*, *Ceratostomella ampulacea* etc.). El a fost studiat mai amănunțit la specia *Endothia parasitica* de D o w s o n (1925) și de alți autori. La aceste specii, ascele sînt mai puțin groase și se formează în număr foarte mare într-o periteție. Cînd au ajuns la maturitate și se realizează condițiile de umiditate necesare pentru declanșarea procesului de evacuare a ascosporilor (în timpul ploii sau imediat după aceasta), ascele se desprind (separă) de baza periteciului și, treptat, se ridică cu totul în sus, pînă ce ies puțin cu partea apicală prin orificiul periteciului. Cînd umiditatea s-a evaporat, gîtul periteciei se strînge și presează lateral asupra ascelor, care crapă la vîrf și împroșcă afară ascosporii, simultan sau succesiv. După descărcarea sporilor, asca următoare se ridică în același mod și împinge afară din peritecie anvelopa golită a primei asce (fig. 7).

În fine, un alt tip de eliberare a ascosporilor este cel întîlnit la *Ceratocystis (Ophiostoma* sau *Ceratostomella) ulmi* și este caracterizat pe de o parte prin aceea că ascele se separă la maturitate de baza periteciului și rămîn libere în periteciu, iar pe de alta că ascosporii sînt eliberați în interiorul periteciei prin lichefierea (liza) membranei (peretelui) ascelor și plutesc în lichidul mucilaginos din interiorul periteciei. Ieșirea ascosporilor din peritecie nu se produce printr-o mișcare violentă,

ci ei ies afară o dată cu conținutul periteciului sub forma unor cordoane gelatinoase sau sub forma unor picături mari, care apar deasupra orificiului periteciei. Acest mecanism de eliberare a ascosporilor este inter-

Fig. 7. — Expulzarea ascelor prin canalul periteciei la *Gnomonia rubi*.

a, ască golită și ascosporii eliberați (după Tubeuf).

pretat ca o adaptare a ciupercii la răspîndirea prin insecte (în cazul ciupercii *Ceratocystis ulmi (Ophiostoma ulmi — Ceratostomella ulmi)*, prin stropii de ploaie sau prin contact (în cazul speciei *Ceratostomella fimbriata)*.

La tipul *Discomycetes*, mecanismul de descărcare în aer a ascosporilor a fost studiat de B u l l e r (1933, 1934), S i v e r (1928) și de alți autori la un număr de ciuperci saprofite. Principiile de organizare și funcționare a mecanismelor acestora sînt aplicabile și la genurile de ciuperci de importanță fitopatologică, cum sînt *Sclerotinia, Phialea* etc.

La aceste ciuperci sînt implicate în eliberarea ascosporilor din asce, ca un factor esențial, reacțiile față de lumină (fototropice), care ușurează acest proces.

La unele *Discomycetes* (la *Ascobolus*), maturarea ascelor dintr-o apotecie se face eșalonat (de fiecare dată numai cîteva asce se maturează simultan). Cînd au ajuns la maturitate, ascele se ridică deasupra himeniului și, ca urmare a reacției fototropice, capătul superior al ascei se îndreaptă direct spre sursa de lumină. În acest fel, aruncarea ascosporilor este dirijată spre straturile superioare ale aerului. În momentul descărcării ascei, aceasta se rupe la vîrf sub forma unui căpăcel, care este dat la o parte, și toți ascosporii din ască sînt proiectați afară în același timp.

Transportul sporilor pe calea aerului. În timpul zborului lor prin aer, sporii pot fi găsiți la diferite altitudini, pînă în straturile cele mai înalte ale atmosferei. Altitudinea la care zboară sporii este direct proporțională cu gradul turbulenței atmosferice și este influențată și de forța gravitațională (de viteza de cădere a sporilor, în care au un rol

important mărimea, forma și greutatea sporilor). În lipsa turbulenței atmosferice, pe vreme calmă, altitudinea maximă de zbor a sporilor se găsește, de regulă, sub 100 m (Hânni, 1949). În condițiile unei puternice turbulențe atmosferice, sporii pot atinge în zborul lor altitudini considerabile, pînă la mai multe mii de metri deasupra solului. Astfel, Stakman și Henry (1923) sînt primii care constată prezența uredosporilor de *Puccinia triticina* la înălțimea de 4 950 m, a conidiilor de *Alternaria* sp. la 3 150 m, a ecidiosporilor și uredosporilor de *Puccina graminis* la 2 100 m etc. Posibilitatea ridicării sporilor la mari altitudini a fost apoi confirmată și de alți cercetători (Weston, 1929; Hubert, 1932; Craigie, 1945; Kelley și colab., 1951 etc.).

Distanța pînă la care se face răspîndirea activă a sporilor pe orizontală de la sursa de infecție variază foarte mult în funcție de o serie de factori fizici și biologici, cum sînt: înălțimea de zbor, direcția și viteza vîntului, gradul turbulenței atmosferice (frecvența și intensitatea curenților de aer descendenți), adică de viteza de coborîre a sporilor, frecvența și caracterul precipitațiilor atmosferice, mărimea, forma și greutatea sporilor, durata păstrării viabilității sporilor în timpul transportului aerian etc.

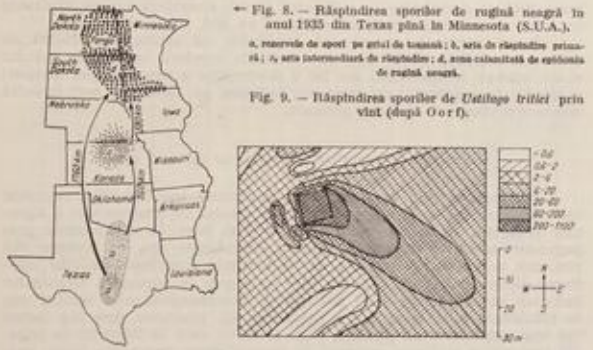
Stakman și Christensen (1946) disting două feluri de diseminare anemocoră: una locală la scurtă distanță și alta la mare distanță. Diseminarea locală este modul de răspîndire cel mai frecvent și caracterizează marea majoritate a ciupercilor, pe cînd diseminarea la mari distanțe este limitată în general la un număr mai restrîns de agenți patogeni. La unii agenți patogeni se întîlnesc ambele moduri de răspîndire (fig. 8).

În răspîndirea locală a sporilor ciupercilor, un rol important au direcția, viteza și frecvența vîntului. Influența acestora este ilustrată în figura 9. În această figură este prezentată răspîndirea infecției cu *Ustilago tritici* de la focarul din anul precedent (circumscris în pătrat). Se constată că tăciunele zburător s-a răspîndit sub acțiunea vîntului dominant de la nord-vest spre sud-est, iar frecvența atacului a descrescut o dată cu depărtarea de focar.

Distanța maximă de zbor a sporilor de la focar variază foarte mult de la o ciupercă la alta. În general, unele se caracterizează prin diseminarea sporilor la distanțe relativ foarte mici (conidiile și ascosporii de *Venturia inaequalis*), altele, în special acelea care produc spori mici și ușori, prin deplasarea pe orizontală a sporilor lor la distanțe uneori considerabile.

Viteza vîntului joacă un rol important în distanța pe care sporii o parcurg în zborul lor. Stakman și Harrar (1957) citează cazul constatat de ei în 1925 în America de Nord, cînd la o viteză a vîntului de 27—38 km/oră mase enorme de uredospori de rugină neagră au fost transportate, numai în cîteva zile, de la focarele de infecție din sud spre nord la o distanță de 1 000 km, pe o suprafață de 65 milioane hectare și pe un front larg de 650 km.

Problema importanței vîntului în răspîndirea intercontinentală (peste oceane și mări) a agenților patogeni nu este încă clarificată, cercetările în această direcție întîmpinînd diferite greutăți. Stakman și Harrar (1957) consideră că distanța pe care sporii o pot parcurge



← Fig. 8. — Răspîndirea sporilor de rugină neagră în anul 1935 din Texas pînă în Minnesota (S.U.A.).
a, rezervele de spori pe arii de toamnă; b, aria de răspîndire primară; c, aria intermediară de răspîndire; d, zona culmilată de epidemia de rugină neagră.

Fig. 9. — Răspîndirea sporilor de *Ustilago tritici* prin vînt (după Oorf).

este aproape nelimitată dacă luăm în considerare înălțimea mare pînă la care sînt ridicați și vehiculați și distanțele foarte mari pînă la care ei au fost transportați de vînt, în anumite cazuri bine dovedite (fig. 8). Autorii citați relatează faptul că deasupra Mării Caraibilor au fost întîlniți spori viabili ai unor ciuperci la o distanță de 1 000 km de sursa de răspîndire cea mai apropiată.

Schröder (1960) admite ca posibilă deplasarea în zbor a sporilor la distanțe de peste 10 000 km. Deși Zobel (1942) afirmă că aerul de peste ocean este liber de sporii ciupercilor, Pady (1954) confirmă, pe baza a două zboruri transatlantice, posibilitatea transportului intercontinental al sporilor pe deasupra oceanului.

Durata ultimei faze a drumului pe care-l parcurg sporii prin atmosferă, anume coborîrea și depunerea sporilor pe plante, este determinată, după cum am amintit, de forța gravitațională, de înălțimea de zbor a sporilor, de viteza și durata mișcării orizontale a aerului, de frecvența și intensitatea curenților de aer descendenți (gradul de turbulență atmosferică), de intervenția precipitațiilor atmosferice etc.

În condițiile unei atmosfere calme, viteza de cădere variază, după Ingold (1953) și Schröder (1954), de la 0,5 mm/sec la sporii mici

și ușori (cum sînt cei de *Lycoperdon bovista)* și pînă la 28 mm/sec la sporii mari și grei (conidiile de *Helminthosporium sativum*). Umiditatea și temperatura aerului pot influența într-o măsură apreciabilă viteza de cădere a propagulelor. În condițiile unei atmosfere umede, viteza de cădere a sporilor aceleiași ciuperci este încă o dată sau cu o treime mai mare față de aceea care se realizează într-o atmosferă uscată, deoarece în astfel de condiții sporii, saturîndu-se cu apă, devin mai grei.

În concordanță cu această explicație stă constatarea făcută de Silvany (1954), după care în condițiile creșterii umidității aerului și ale scăderii temperaturii are loc o descreștere a concentrației în spori a aerului (a numărului de spori din unitatea de volum de aer) datorită accelerării vitezei de cădere a acestora.

Răspîndirea agenților patogeni cu ajutorul apei

Răspîndirea prin apă, numită și hidrocoră sau hidrofilă, cuprinde toate acele cazuri în care apa servește ca vehicul de transportare a agenților patogeni, la distanțe mai mari sau mai mici. În diseminarea propagulelor agenților patogeni se ia în considerare apa ce provine din ploi, atît aceea care se scurge de pe frunzele superioare pe cele inferioare ale plantelor, cît și aceea care se scurge la suprafața terenurilor înclinate sau formează mici bălțoace în microdepresiunile solului sau se infiltrează pînă la organele subterane ale plantelor, apa din lacuri sau apa curgătoare din pîrîiașe, rîuri și fluvii care se folosește la irigarea terenurilor cultivate sau care se revarsă peste terenurile joase, provocînd inundații temporare. În general se consideră că apa joacă un rol mai puțin important în răspîndirea agenților patogeni în comparație cu vîntul. Totuși, în anumite cazuri, rolul apei este tot așa de important sau chiar mai important decît al vîntului.

În general, apa prezintă o importanță mai mare pentru diseminarea locală, la distanțe mai mici, a agenților patogeni, însă ea poate contribui și la diseminarea la distanțe uneori destul de mari, cum este cazul transportului cu ajutorul apei din fluvii și rîuri; de asemenea, ploaia antrenează spre sol și depune pe plante agenții patogeni din atmosferă aduși de vînt de la foarte mari distanțe.

Rolul ploilor în răspîndirea agenților patogeni poate fi mai mare sau mai mic, după felul agentului patogen și după timpul și modul în care intervin. În timpul căderii lor, picăturile de ploaie „spală" sporii ciupercilor existenți în număr mare mai ales în stratul de aer din apropierea solului și îi pun în contact cu planta-gazdă. Datorită ploilor, se realizează la suprafața organelor plantei condițiile de umiditate pentru germinarea imediată a sporilor înainte ca aceștia să-și piardă facultatea germinativă.

Și mai importantă pentru răspîndirea sporilor este acțiunea stropilor de ploaie ce cad pe plantele infectate. Am amintit cum o mare

parte din propagulele antrenate de microparticulele rezultate prin sfărîmarea picăturilor de ploaie căzute pe planta bolnavă, fiind mici și ușoare, sînt ridicate în atmosferă și transportate mai departe de vînt.

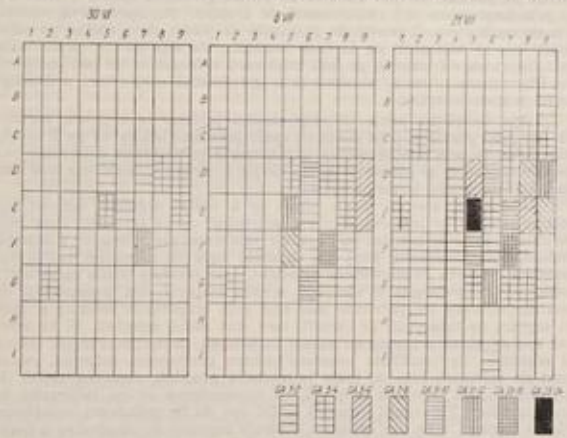


Fig. 10. — Răspîndirea bacteriei *Xanthomonas phaseoli*. Dinamica apariției și gradul atacului (GA) pe frunze în anul 1966 (după Severin). E 5 = sursa infecției.

Aceasta a determinat pe Gäumann (1946) să nu includă în hidrocorie răspîndirea agenților patogeni prin stropii de ploaie. Ignorarea acțiunii stropilor de ploaie nu este însă de loc justificată, deoarece, după cum afirmă și Stakman și Harrar (1957), acestea constituie un factor important pentru diseminarea locală a agenților patogeni. Într-adevăr, cea mai mare parte din microparticulele rezultate prin sfărîmarea picăturilor de ploaie în momentul lovirii lor de plantele infectate, și anume microparticulele mai mari și mai grele, sînt împrăștiate și cad pe organele aeriene ale aceleiași plante sau ale plantelor vecine, și numai rareori vîntul (mai ales pe cele de mărime mijlocie) le ajută să se împrăștie la distanțe de cîțiva metri. În acest fel se pot răspîndi pe mici distanțe numeroase ciuperci (*Fusarium* spp., *Colletotrichum* etc.) și bacterii fitopatogene (*Erwinia amylovora, Xanthomonas phaseoli* (fig. 10),

Xanthomonas campestris, X. translucens, X. malvacearum, Corynebacterium michiganense etc.). Aceste cazuri, ca și cele ce urmează, se încadrează perfect în hidrocorie. Dar și atunci cînd picăturile de ploaie ajung direct pe pămînt, ele pot antrena de pe sol germenii bolilor infecțioase și prin împroșcare să-i răspîndească pe frunzele din apropierea solului. Un exemplu clasic îl constituie picăturile de ploaie care, căzînd pe solul umed sau în băltoacele de la baza butucilor de viță de vie, proiectează prin împroșcare (ricosare) pe fața inferioară a frunzelor de jos, zoosporii de *Plasmopara viticola*, rezultați prin germinarea oosporilor, producînd astfel primele infecții.

Apa de ploaie poate să răspîndească infecția la organele aeriene ale aceleiași plante și prin aceea că spală germenii bolilor de pe frunzele superioare și prin simplă cădere îi transportă pe frunzele inferioare sau pe alte organe ce se găsesc în partea de jos a coroanei. Acest caz este mai caracteristic pentru bolile pomilor.

Mai mult, apa de ploaie, după ce a spălat organele aeriene ale plantei atacate, se infiltrează în sol, antrenînd cu ea germenii unor boli pe care îi pune în contact cu organele subterane ale plantelor (rădăcini, stoloni, bulbi, tuberculi etc.). Ca exemplu tipic de asemenea hidrocorie amintim ciuperca *Phytophthora infestans*, care produce mana cartofului : conidiile (zoosporangii) și zoosporii acestei ciuperci sînt transportați de apa de infiltrare (ce pătrunde mai ales prin crăpăturile solului) și puși în contact cu tuberculii de cartofi, care sînt astfel infectați. Și în acest caz apa de ploaie servește nu numai ca vehicul, prezența ei în sol creînd și condițiile de umiditate necesare pentru producerea infecției. Acest mod de infectare este de mare importanță practică, deoarece astfel de infecții asigură iernarea ciupercii și transmiterea ei cu tuberculii în anul următor. Tuberculii infectați astfel vor da în primăvara următoare plante bolnave, care vor constitui focarele primare de răspîndire a bolii.

Apele superficiale care în timpul ploilor torențiale și în urma topirii repezi a zăpezii alunecă pe terenurile în pantă, antrenează cantități uneori mari de particule de pămînt și de germeni ai bolilor (spori de rezistență, sclerоți, miceliul ciupercilor, bacterii etc.) ce se găsesc la suprafața solului sau în straturile superficiale ale solului, liberi sau în resturile de plante atacate. În acest mod se pot răspîndi akinetosporangii de *Synchytrium endobioticum*, sclerоții de *Sclerotinia sclerotiorum* și de *Claviceps purpurea*, formele de rezistență și propagare ale unor ciuperci ca *Pythium* spp., *Fusarium* spp., *Rhizoctonia* spp., *Spongospora* spp., precum și unele bacterii fitopatogene. Braun (1942) constată pe o tablă puternic înclinată cultivată cu cartofi că procentul plantelor atacate de *Synchytrium endobioticum* este mult mai mare în partea de jos (din vale) a terenului decît mai sus pe deal.

Gradul de răspîndire pe această cale a agenților patogeni depinde în mare măsură de înclinația terenului, respectiv de viteza șuvoaielor de apă, de cantitatea apei, de prezența sau absența vegetației, de sistemul de cultură, de starea fizică a solului etc.

Apa din fluvii și rîuri poate conține și transporta la distanțe mari germenii bolilor ; prin folosirea acestei surse de apă pentru irigare sau în timpul inundațiilor, germenii bolilor ajung din nou în culturi, la distanțe uneori foarte îndepărtate de focarul de infecție. Pe această cale, sporii de rezistență, sclerоții ciupercilor, fragmentele de plante atacate etc. sînt puse în contact cu organele aeriene ale plantelor și, prin infiltrarea apei în sol, și cu organele subterane, pe care le infectează. Pe această cale se pot răspîndi sporii de rezistență ai ciupercii *Plasmodiophora brassicae*, care produce hernia verzei, semințele unor antofite parazite *(Cuscuta, Orobanche)* etc. După cum s-a constatat, în regiunile secetoase, prin irigarea culturilor, s-a produs o răspîndire a ciupercii *Phytophthora infestans*, care produce mana cartofului. De asemenea bacteria *Xanthomonas malvacearum*, care produce gomoza bumbacului, s-a constatat în Arizona că este răspîndită cu precădere de apele de irigare (Stakman și Harrar, 1957). Braun și Schwinn (1963) au dovedit de asemenea răspîndirea sporilor de *Phytophthora cactorum* prin apa de irigare (prin dispersiune) și prin apa curgătoare potabilă. Cu apa folosită la udarea orezăriilor s-a constatat că se pot răspîndi sclerоții ciupercii *Sclerotium oryzae*, care, fiind ușori, plutesc la suprafața apei și pot fi ușor diseminați de la focarele existente cu ocazia inundării culturilor de orez.

Diseminarea și transmiterea agenților patogeni prin animale

Răspîndirea prin animale, numită și zoocoră, zoofilă sau răspîndirea prin vectori, reprezintă unul dintre cele mai importante mijloace indirecte de propagare a bolilor pentru unii agenți patogeni, cum sînt virusurile, unele bacterii și unele ciuperci fitopatogene. În răspîndirea majorității ciupercilor, bacteriilor și antofitelor parazite, animalele joacă un rol secundar.

Modurile de diseminare și transmitere zoocoră sînt variate și caracteristice fiecărui transmițător și agent patogen ; ele pot fi însă încadrate în două grupe mari, după cum țesuturile plantei-gazdă sînt sau nu vătămate de vector : răspîndire sau transmitere prin *contact* și prin *răni*.

În cazul răspîndirii zoocore prin contact, animalul pune agentul patogen în contact cu planta prin depunerea lui pe suprafața plantei, deci **fără a vătăma** țesuturile acesteia. Pe cînd în acest caz animalele vectoare sînt inofensive pentru plantă, în cazul răspîndirii zoocore prin răni, vectorul rănește planta și introduce în răni agentul patogen. Rănile cauzate de vector și activitatea acestuia pe plantă fac ca planta să sufere, să se dezvolte mai slab și prin aceasta este diminuată capacitatea de producție a plantei.

După Găumann (1951), răspîndirea (transmiterea) zoocoră prin contact, ca și răspîndirea zoocoră prin răni (traumatică), este de două

feluri : epizoocoră (epizoică) și endozoocoră (endozoică), după locul unde se găsește agentul patogen în momentul transmiterii. Transmiterea epizoocoră (epizoică) are loc atunci cînd agentul patogen aderă la suprafața corpului animalului transmițător, adică atunci cînd sînt contaminate la exterior anumite organe ale acestuia ; în acest caz, agentul patogen este transportat direct de pe o plantă pe alta. Răspîndirea endozoocoră (endozoică) este atunci cînd agentul patogen se găsește în interiorul corpului animalului, unde se poate menține în viață sau se poate chiar înmulți, adică el se găsește într-o legătură mai strînsă cu vectorul. La ciuperci și bacterii este mai frecventă răspîndirea epizoocoră, pe cînd cea endozoocoră caracterizează îndeosebi un număr important de virusuri. Datorită legăturii mai puțin strînse dintre agentul patogen și vector, răspîndirea epizoocoră este în majoritatea cazurilor nespecifică, pe cînd vectorii endozoocori sînt de multe ori specifici pentru mulți agenți patogeni (G ă u m a n n, 1946).

Insectele sînt principalii transmițători ai virusurilor fitopatogene. Speciile care transmit cele mai multe virusuri fac parte dintre insectele cu aparatul bucal adaptat pentru înțepat și supt : *Aphididae, Cicadelidae, Coccidae* și *Thysanoptera*. Dintre acestea, rolul cel mai important îl au însă afidele și cicadele, care reprezintă circa 90% din vectorii cunoscuți ai virusurilor. Numărul speciilor de afide care transmit virusuri se ridică la peste 60. Numărul virusurilor transmise de insectele cu aparatul bucal adaptat pentru ros și mestecat, cum sînt coleopterele, locustidele etc., este mult mai redus ; aceasta este, probabil, legată de felul de hrănire, aceste insecte producînd țesuturilor și mai ales celulelor, leziuni mai grave decît insectele sugătoare, lucru de mare importanță, *Doralis frangulae*, 30 virusuri, *Myzus persicae* peste 50 de virusuri.

Capacitatea vectorilor de a transmite virusurile este foarte diferită ; unii pot transmite numai un singur virus, cum este cazul ploșniței *Piesma quatratum*, care este un vector specific, ea putînd transmite numai virusul încrețirii frunzelor de sfeclă ; alți vectori, numiți și polivalenți, pot transmite două sau mai multe virusuri, de la plante-gazdă din aceeași grupă sistematică sau din grupe sistematice foarte diferite. Dintre afide, *Bemisia tabaci* transmite 8 virusuri, *Doralis fabae*, 25 virusuri, *Doralis frangulae*, 30 virusuri, *Myzus persicae* peste 50 de virusuri.

În general, rolul insectelor în răspîndirea bacteriilor fitopatogene a fost mai puțin studiat. Totuși se cunosc numeroase cazuri din care se poate trage concluzia că multe insecte pot avea un rol de prim ordin în răspîndirea și îndeosebi în transmiterea bacteriilor fitopatogene. B u l l e r (1881) a demonstrat pentru prima dată acest lucru în cazul bacteriei *Erwinia amylovora*.

În unele cazuri, insectele creează în timpul hrănirii lor pe plante, prin rănile pe care le produc, numai porțile de intrare pentru bacteriile care ajung pe altă cale în aceste răni. În alte cazuri, insectele vehiculează numai bacteriile, pe care le pun în contact cu planta și care pătrund în aceasta prin rănile preexistente sau prin orificiile naturale

(stomate, hidatode). În alte multe cazuri însă, insectele îndeplinesc ambele roluri, adică ele vehiculează bacteriile și creează în același timp și porțile de intrare în plantă (rănile), introducînd în acestea, în actul hrănirii, și agentul patogen ; ele realizează deci, în același timp, răspîndirea și transmiterea bacteriilor (infecția).

Transmiterea bacteriilor de către insecte este un proces mecanic, întîmplător, pasiv. Transmiterea prin contact epizoică se întîlnește relativ mai frecvent în cazul entomocoriei bacteriilor fitopatogene și ca exemple pot fi citate cazurile de transmitere a bacteriilor de către insectele polenizatoare deodată cu polenul sau cu exudatul bacterian pe care acestea le pot transporta de la o floare la alta pe corpul lor.

Mai puțin frecventă la bacterii este transmiterea traumatică epizoică. Se întîlnește, de exemplu, în răspîndirea bacteriei *Erwinia carotovora* la cartof de către insectele *Hylemyia cilicrura* și *H. trichodactyla*. Larvele ieșite din ouăle depuse primăvara în sol în apropierea tuberculilor, cînd pătrund în tuberculii de cartof introduc și bacteria. Acest mod de transmitere se întîlnește și în cazul insectelor sugătoare, care, pe lîngă răspîndirea bacteriilor, realizează și transmiterea lor prin înțepăturile ce le fac.

Mai puțin frecvente sînt cazurile de transmitere traumatică endozoică a bacteriilor. Așa, de exemplu, bacteria *Xanthomonas stewartii*, care produce ofilirea bacteriană a porumbului, poate să ierneze în corpul unor specii de *Chaetocnema (C. pulicaria)* și de *Diabrotica*, care pot transmite boala la porumb. Tot o transmitere traumatică de tip endozoic se întîlnește în cazul transmiterii bacteriei *Pseudomonas savastanoi* de către insecta *Dacus oleae*, care este principalul răspînditor și transmițător al acestei bacterii.

Sînt și unele cazuri cînd răspîndirea și transmiterea bacteriilor fitopatogene este în dependență totală de anumite insecte, în absența cărora boala nu poate să apară. Așa, de exemplu, răspîndirea și transmiterea bacteriei *Erwinia tracheiphila*, care produce ofilirea castraveților, sînt strîns legate de existența unor *Chrysomelidae (Diabrotica undecimpunctata, Acalymina vittata)*. S-a stabilit prin cercetări că bacteriile iernează în organismul acestor insecte și primăvara, cînd insectele încep activitatea de hrănire pe planta-gazdă, le introduc în rănile pe care le cauzează, făcînd astfel posibilă producerea infecției.

Importanța insectelor în transmiterea și răspîndirea ciupercilor fitopatogene este diferită. În unele cazuri, insectele au un rol foarte redus, contribuind numai întîmplător, izolat la diseminarea ciupercilor fitopatogene ; alteori, ele participă într-o măsură mai mare, jucînd însă un rol secundar. În fine, sînt și cazuri, nu prea numeroase, cînd insectele sînt principalii și uneori singurii transmițători ai unor ciuperci fitopatogene. Numărul speciilor de insecte care pot transmite în general boli la plante produse de ciuperci fitopatogene este relativ foarte mare. Așa, de exemplu, numai sporii ciupercii *Septoria linicola*

sînt răspîndiți, după Christensen, Hendersen și Aragari (1953), de cel puțin 20 de specii de insecte. De asemenea numărul speciilor de insecte care răspîndesc conidiile de *Claviceps purpurea* se ridică la peste 40.

În alte multe cazuri, insectele transportă, la exteriorul sau în interiorul corpului, sporii numeroaselor ciuperci, pe care îi pun în contact intim cu țesuturile plantei, înlesnind producerea infecției; ele efectuează astfel pasiv transmiterea prin contact epi- sau endozoică și mai frecvent transmiterea traumatică epi- și endozoică.

Un exemplu de transmitere prin contact epizoică se întîlnește în cazul transmiterii conidiilor de *Botrytis anthophila* de la o plantă la alta de către albine, care contribuie astfel într-o măsură apreciabilă la răspîndirea bolii.

Un caz de transmitere traumatică epizoică (și uneori și endozoică) este acela prin care larvele insectelor care atacă capsulele de bumbac transmit și răspîndesc de la o capsulă la alta sporii ciupercii *Aspergillus niger*, care produce putregaiul uscat negricios al capsulelor de bumbac. Tot în acest tip se încadrează și transmiterea sporilor de *Nematospora gossypii* la bumbac de către specii ale genului *Dysdercus*, care parazitează în interiorul capsulelor de bumbac.

Un exemplu de adaptare la răspîndirea sporilor prin insecte ni-l oferă ciuperca *Claviceps purpurea*. Conidiile acestei ciuperci se formează în număr foarte mare în interiorul florilor într-un lichid dulce, vîscos, lipicios; cînd floarea se umple cu acest lichid, el iese din floare și apare la baza acesteia sub forma unei picături (miere extraforală), care prin mirosul său și gustul dulce atrage insectele. Insectele care vizitează florile sau se hrănesc cu mierea pot deveni transmițătoare pasive; conidiile, lipindu-se de corpul lor sau intrînd în tubul digestiv, sînt transportate pe alte flori. În acest caz este vorba de o transmitere prin contact epizoică și uneori și endozoică. Un alt exemplu de transmitere de acest tip se întîlnește și în cazul răspîndirii ciupercii *Endoconidiophora fagacearum* prin mijlocirea speciilor de *Nitulidae* și prin alte insecte. Sub scoarța copacilor atacați se formează mase mari de micelii, conidii și ascospori, care pot provoca, prin presiunea exercitată, crăparea scoarței. Mirosul caracteristic al masei sporifere atrage insectele vectoare, care pe corpul lor transportă sporii pe alți pomi, depunîndu-i pe plăgile existente, facilitînd astfel producerea infecției.

În cazul insectelor care se hrănesc cu țesutul atacat, sporii ajung în tubul digestiv și sînt apoi eliminați, lipindu-se de alte plante. După Leach (1940), în majoritatea cazurilor analizate, sporii care au trecut prin tubul digestiv al insectelor și-au păstrat facultatea germinativă. Transmiterea în acest caz este prin contact endozoică.

O răspîndire și transmitere obligatoriu entomocoră de tip traumatic epizoic și endozoic se întîlnește, de exemplu, la ciuperca *Ceratostomella ulmi*, care produce uscarea ulmului, răspîndită exclusiv de unele insecte, îndeosebi de *Scolytus multistriatus* și *Hyluropinus rufipes*. Între

ciupercă și insecte există raporturi strînse de reciprocitate. Atacul ciupercii slăbește vigoarea vegetativă a pomului și creează astfel un mediu mai prielnic pentru atacul insectelor care se dezvoltă mai bine în copacii slăbiți. Pe de altă parte, insectele rod galerii în care ciuperca crește și se înmulțește bine. Ciuperca iernează sub formă de spori în galerii și în corpul larvelor care iernează sub scoarță. În primăvară, cînd insectele își continuă activitatea, sporii sînt introduși în plantă de insectele care își sapă galerii noi pe copaci.

Rolul altor animale în transmiterea și răspîndirea bolilor este mai puțin studiat și cunoscut. Dintre *Arachnide* sînt cunoscuți ca vectori unele specii de acarieni dintre *Eryophiidae*, *Tarsonemidae* și *Tetranychidae* (Heinze, 1959).

Din încrengătura *Nematelminthes* sînt cunoscute ca vectori unele specii de nematode. Astfel Hewitt, Raski și Goheen (1958) demonstrează experimental transmiterea virusului care produce la vița de vie deformarea și pătarea virotică a frunzelor prin nematodul *Xiphinema index*. S-a mai constatat transmiterea prin nematozi a următoarelor virusuri: arabis mosaic virus, raspberry ringspot virus, tobacco rattle virus (Raski și Hewitt, 1963).

Crosse și Pitcher (1952) au constatat, de asemenea, existența unor legături strînse între nematodul *Aphelenchoides ritzema-bosi* și bacteria *Corynebacterium fascians*, care produce o bacterioză a căpșunilor. Această boală apare numai în prezența nematozilor. Ei cred că transmiterea bacteriei este de tipul traumatic epi- sau endozoic. La o concluzie asemănătoare a ajuns și Kalinenko (1936); acesta a stabilit aceleași raporturi și același mod de transmitere la diferite specii de bacterii, care pot fi transportate pe suprafața sau în interiorul corpului nematozilor. Mai frecvent se întîlnește această transmitere la organele subterane ale plantelor (rădăcini, bulbi, tuberculi, rizomi etc.). În trecerea nematozilor prin țesuturile vii ale plantelor, bacteriile care se găsesc pe suprafața corpului acestora alunecă de pe corp și rămîn în țesut, producînd infecții.

Nematozii fitoparaziți s-a constatat că pot transmite și bolile produse de ciuperci. Un exemplu clasic îl constituie relațiile strînse dintre ciuperca *Dilophospora graminis* și *Tylenchus tritici* (Atanasoff, 1923). Sporii acestei ciuperci se lipesc de suprafața corpului nematozilor și sînt astfel introduși în corpul plantei și transportați în sus pînă la spicul de grîu.

Din încrengătura *Annelida* sînt amintite ca vectori, dintre oligochetele-lumbricide, rîmele. După cum a dovedit Gleisberg (1922), acestea contribuie la răspîndirea prin contact atît epizoică, cît și endozoică a sporilor unor ciuperci ca, de exemplu, *Plasmodiophora brassicae*.

Leach (1940) amintește cazul cînd melcii pot realiza o răspîndire a agenților patogeni, care corespunde tipului de răspîndire prin contact epizoică și endozoică. Sporii ciupercilor, atît cei ce se lipesc la exteriorul corpului cu ajutorul mucilagiului secretat de aceste animale, cît și cei

care sînt ingerați în timpul hrănirii și sînt eliberați o dată cu excrementele, pot fi răspîndiți de la o plantă la alta la distanțe relativ mici de la focar.

Păsările se pot contamina deseori în procesul lor de hrănire cu agenții patogeni și, ca purtători ai acestora, pot răspîndi numeroase boli. Modul în care păsările pot transmite agentul patogen este diferit, însă se pare că predomină transmiterea prin contact epizoică și endozoică, deși nici transmiterea traumatică epizoică nu este mai puțin importantă.

Așa, de exemplu, păsările pot transmite pe penajul lor un număr imens de spori de ciuperci, punîndu-i apoi în contact cu plantele care le servesc ca gazdă. Heald și Studhalter (1914), examinînd numeroase exemplare din 36 de specii de păsări, care aveau cuiburi în plantațiile de castan nobil sau în apropierea acestora, au constatat o contaminare exterioară a corpului lor cu sporii ciupercii *Endothia parasitica*. Pe unii indivizi (o ciocănitoare), numărul sporilor de pe penaj a fost de peste 750 000. Trebuie avut de asemenea în vedere că ciocănitoarele pot transmite sporii acestei ciuperci și pe cale traumatică epi- și endozoică.

Vrăbiile și alte păsări sînt capabile să transporte pe penele și picioarele lor uredosporii unor specii de uredinale de la o plantă la alta și de la un cîmp la altul.

În cazul cînd păsările se hrănesc cu insectele contaminate sau părțile de plantă atacate, ele pot transmite pe cioc și gheare sau cu excrementele unii agenți patogeni la distanțe mult mai mari decît insectele. Ciocănitoarele și alte păsări transmit astfel ciuperca *Ophiostoma ulmi*, creînd noi focare de boală. Distanțele de răspîndire sînt și mai mari în cazul păsărilor călătoare, care pot să realizeze o răspîndire intermitentă a bacteriilor și a ciupercilor fitopatogene și a antofitelor parazite.

Răspîndirea prin plante a agenților patogeni

Răspîndirea prin plante sau fitocoră, cum a numit-o Gäumann (1951), se întîlnește rar și are importanță practică redusă. Ea constă în transmiterea bolilor de la o plantă bolnavă la una sănătoasă prin plante (antofite) parazite. Pînă acum se cunosc puține cazuri și este caracteristică îndeosebi pentru speciile de cuscută, care, dezvoltîndu-se pe plantele-gazdă infectate de virusuri, pot transmite apoi agentul patogen la o plantă sănătoasă pe care o parazitează ulterior, cuscuta servind ca o punte de trecere a bolii de la plantele bolnave la cele sănătoase. Acest mod de transmitere a virusului a fost dovedit pentru prima dată în 1941, cînd Johnson demonstrează transmiterea cu ajutorul speciei *Cuscuta subinclusa* a virusului mozaicului castraveților de la castraveții infectați la tutun (90% din plante s-au îmbolnăvit).

Cercetările ulterioare au confirmat constatarea lui Johnson, obținîndu-se rezultate asemănătoare și cu alte specii de cuscută *(C. californica, C. campestris)* cu care s-a putut transmite virusul mozaicului tutunului de la plantele de tutun bolnave la cele sănătoase. În afară de aceste două virusuri, Fuchs și Beiss (1954) au dovedit posibilitatea transmiterii prin cuscută încă a două virusuri ale sfeclei : virusul încreșterii frunzelor de sfeclă (prin *Cuscuta subinclusa*) și virusul îngălbenirii infecțioase a frunzelor de sfeclă (prin *Cuscuta gronovii*).

Astăzi transmiterea artificială prin cuscută a virusului servește ca mijloc de identificare a virusurilor care nu se transmit prin suc, prin insecte sau prin altoire.

Transmiterea virusului prin cuscută se poate face în două moduri : cuscuta servind numai ca transmițătoare (ca punte de trecere pur și simplu) sau servind și ca gazdă intermediară, adică virusul nu trece numai prin tulpina cuscutei, ci se și înmulțește în această plantă. Primul caz se întîlnește, de exemplu, la *Cuscuta campestris*, care, după Johnson (1949), transmite virusul mozaicului tutunului fără să-l înmulțească ; pentru cazul al doilea se poate cita *Cuscuta subinclusa*, care, după Costa (1944), servește pentru virusul mozaicului cucurbitaceelor atît ca transmițător, cît și ca gazdă intermediară (adică virusul se înmulțește în cuscută).

O altă formă de fitocorie a fost observată de Teakle (1962) tot în transmiterea virusurilor. El a constatat că zoosporii de *Olpidium brassicae* pot transmite virusul necrozei tutunului de pe tutunul infectat pe tomate și salată.

Tot în acest gen de transmitere se pot încadra și cazurile de transmitere a virusului mozaicului fasolei *(Phaseolus virus 1)* prin bacteria *Xanthomonas phaseoli* (Rădulescu, Nistor, Koloszi, 1959).

Răspîndirea agenților patogeni de către om (antropocoria)

În antropocorie se încadrează în sens larg, pe lîngă transmiterea directă, toate acele moduri de transmitere de care omul poate fi făcut răspunzător. De aceea consecințele negative sub raport economic ale antropocoriei depășesc cu mult pe acelea ale tuturor celorlalte mijloace de răspîndire la un loc. Sub acest raport, „omul poate realiza în decurs de numai cîteva săptămîni — scriu Stakman și Harrar (1957) — ceea ce nu pot realiza într-o sută de ani nici vîntul, nici apa, nici insectele și nici alți factori naturali de răspîndire".

Omul poate contribui la răspîndirea agenților patogeni în două feluri : cînd corpul omenesc funcționează el însuși ca vector al agenților patogeni (răspîndirea antropocoră propriu-zisă) și cînd omul face posibilă răspîndirea bolilor prin deplasarea mijloacelor de transmitere autonomă.

Răspîndirea antropocoră propriu-zisă joacă în general un rol mai puțin important, deși sînt unele boli virotice și bacteriene care se răspîndesc în principal pe această cale sau în răspîndirea cărora antropocoria poate să joace un rol însemnat. Cazurile de transmitere antro-

pocoră *stricto sensu* nu sînt prea numeroase și ele se încadrează mai mult în sfera transmiterii prin contact și mai puțin prin răni. Astfel, cu ocazia executării diferitelor lucrări, cum sînt repicarea răsadului, ciupitul, copilitul la tomate, la tutun, omul poate transmite prin uneltele folosite sau prin mîini diferiți agenți patogeni ca virusul mozaicului tutunului, bacteria *Corynebacterium michiganense* etc. În timpul operației de tăiere a tuberculilor de sămînță, omul poate de asemenea răspîndi, dacă nu ia măsuri de precauție, unele virusuri, bacterii și ciuperci. Cu ocazia secționării tuberculilor, virusul X al cartofului, ciuperca *Phytophthora infestans* etc. pot fi transmise de la tuberculii contaminați la cei sănătoși.

Un rol mult mai important în fitopatologie și consecințe mult mai grave pentru producție le are al doilea tip de transmitere și răspîndire a agenților patogeni. Aici este vorba de o îmbinare a transmiterii autonome cu răspîndirea antropocoră, deoarece omul nu mai funcționează ca un vector direct al agentului patogen, ci el intervine și dirijează deplasarea în spațiu a pămîntului, a gunoiului de grajd, a seminței și a materialului de plantat etc., care ele însele sînt purătoare ale germenilor bolilor. Rolul hotărîtor pe care omul îl are în răspîndirea la distanță a agenților patogeni poate fi pe drept cuvînt încadrat în sfera noțiunii de antropocorie, răspîndirea bolilor în acest caz putînd fi numită autonomo-antropocoră.

Omul poate să răspîndească, fără să vrea, toți agenții patogeni, însă rolul lui negativ iese mult mai pregnant în evidență în diseminarea acelor agenți patogeni a căror răspîndire este împiedicată de obstacole naturale (oceane, pustiuri, munți înalți etc.). Omul a transportat inconștient, din cele mai vechi timpuri, dintr-o parte în alta a globului, la început pe drumurile migrației lui, mai tîrziu cu comerțul din ce în ce mai intens și cu călătoriile de asemenea în creștere continuă, plante, părți de plantă și diferite produse agricole, o dată cu care a răspîndit și germenii bolilor. El a introdus treptat din emisfera orientală în cea occidentală, o dată cu grîul, orzul, ovăzul, orezul, secara, soia, lucerna, sorgul și cu alte plante, și paraziții acestora, cum sînt aceia care produc mălurile și tăciunii cerealelor și alte numeroase boli. Tot astfel din emisfera occidentală au fost introduse în cea orientală porumbul, cartoful, tomatele, tutunul și alte plante de importanță economică și o dată cu ele și o serie de agenți patogeni. Schimbul acesta de boli între cele două emisfere nu s-ar fi putut face pe cale naturală fără intervenția omului. Dacă pînă la jumătatea secolului trecut nepăsarea omului era justificată de ignoranța lui, de atunci încoace el avea posibilitatea să prevină conștient răspîndirea agenților patogeni, luînd măsurile necesare în interesul lui propriu. Dar omul a continuat mult timp să nu-și dea seama de proporțiile și efectele negative ale activității lui comerciale și de schimb de produse vegetale sub raportul răspîndirii agenților patogeni.

Rolul negativ jucat de om apare cu atît mai grav cu cît s-a văzut că paraziții introduși într-un continent sau regiune nouă pot deveni aici mult mai periculoși și mai păgubitori decît în regiunea de origine. Așa, de exemplu, ciuperca *Endothia parasitica* în patria de origine nu cauzează pagube, majoritatea speciilor locale fiind rezistente. Introdusă în S.U.A., ea s-a manifestat cu atîta putere încît a distrus în întregime vastele plantații de castan din partea de est a Statelor Unite. Același fenomen s-a întîmplat și cu *Cronartium ribicola*, o ciupercă practic nepăgubitoare în regiunea de origine; introdusă în America de Nord, ea a produs pagube enorme. *Uncinula necator*, care produce făinarea viței de vie în patria de origine, este o boală de importanță secundară; introdusă în Europa, ea a avut urmări catastrofale.

PATOGENEZA BOLILOR INFECȚIOASE

Prin patogeneză, Braun (1965) înțelege perioada de timp care începe cu venirea agentului patogen în contact cu planta-gazdă și se termină cu apariția primelor simptome de boală. El cuprinde deci în termenul patogeneză numai primele două faze ale bolii, perioada de infecție și perioada de incubație. Morstatt (1933) și apoi Gäumann (1951) includ în definiția patogenezei, cum este și normal, și perioada de manifestare a bolii, a treia perioadă a patogenezei, în care întregul tablou simptomatologic care caracterizează boala respectivă se desfășoară complex și variat, însă unitar, în cursul unei perioade de timp mai mult sau mai puțin lungă.

Considerațiile etimologice invocate nu sînt de natură să justifice limitarea patogenezei la primele două faze, deoarece manifestarea, concomitentă sau succesivă a variatelor simptome, evoluția lor fac parte organică, integrantă, din ceea ce noi numim boală; ele caracterizează aptitudinile parazitare ale agentului patogen, mersul și exteriorizarea reacțiilor de apărare ale plantei-gazdă și reflectă, în același timp, interrelațiile acestora cu condițiile de mediu în care se desfășoară procesul patologic, în tot decursul bolii. A ne opri la apariția primului simptom înseamnă a defini incomplet procesul de patogeneză, a exclude cea mai interesantă fază a bolii, care face cu primele două, infecția și incubația, un tot unitar și care, exteriorizînd procesele fiziologice și biochimice ce se petrec în plantă, ne furnizează elementele necesare să înțelegem mai bine întregul proces al îmbolnăvirii plantei și amploarea vătămărilor pe care agentul patogen le produce.

Infecția

Pentru a evita confuziile de ordin terminologic, este necesar să precizăm că termenii contaminare și infecție, considerați înainte ca sinonimi, sînt folosiți de noi pentru a deosebi două procese distincte.

Prin contaminare înțelegem, în concordanță cu Braun (1965) și cu alți autori, numai faptul venirii în contact a agentului patogen cu planta-gazdă, o fază premergătoare producerii infecției propriu-zise. Prin infecție se înțelege procesul imediat următor contaminării, în care între parazit și planta-gazdă se stabilesc relații parazitare durabile. Infecția nu este însă un moment al patogenezei, ci o fază a acesteia, care se desfășoară în timp și poate oscila mult ca durată, în funcție de o serie de factori interni și externi. Inocularea este de asemenea un termen analog cu contaminarea, care se folosește însă mai frecvent pentru a desemna contaminarea artificială.

Se face de asemenea confuzie și între pătrundere și infecție, luîndu-se una drept cealaltă. În realitate, acestea sînt două noțiuni distincte, pătrunderea în plantă a agentului patogen fiind o etapă care se intercalează între contaminare și infecție, un proces cu care de fapt începe perioada de infecție. În cazul ciupercilor parazite, perioada de infecție începe cu germinarea sporului și cu pătrunderea filamentului de infecție și ține pînă în momentul cînd ciuperca a intrat în raporturi parazitare stabile cu planta-gazdă.

Pătrunderea agentului patogen în plantă. În procesul infecției, agenții patogeni pătrund în plantă pe mai multe căi.

Pătrunderea prin orificiile naturale. Prin deschiderile naturale (stomate, hidatode, lenticele) pătrund o mare parte din agenții patogeni, și anume în primul rînd aceia pentru care prezența cuticulei ce acoperă ca un strat subțire epiderma, a îngroșării peretelui exterior al celulelor epidermice, a peridermului etc. sînt obstacole prin care nu pot pătrunde. Pătrunderea prin orificiile naturale este caracteristică mai ales pentru ciuperci și într-o măsură mai mică pentru bacterii; pentru virusuri și antofitele parazite, deschiderile naturale nu prezintă importanță.

Dintre orificiile naturale, stomatele prezintă cea mai mare importanță pentru pătrunderea agenților patogeni. Cazurile de pătrundere a agenților patogeni prin hidatode și prin răni sînt mai rare și caracterizează un grup restrîns de agenți patogeni.

Modul de pătrundere prin deschideri naturale este diferit de la un parazit la altul.

Bacteriile fitopatogene pătrund prin stomate și hidatode în mod activ sau pasiv. Ele se servesc de asemenea în acest scop și de lenticele. Bacteria *Erwinia carotovora (Pectinovora carotovora)*, care produce putregaiul umed al tuberculilor și rădăcinilor, și *Streptomyces scabies*, agentul patogen al rîiei comune a cartofului, pătrund în plantă pe această cale.

Filamentele germinative ale uredosporilor de *Puccinia graminis* pot pătrunde în frunzele de grîu numai prin stomatele deschise (Hart, 1929), pe cînd filamentele germinative ale ciupercii *Puccinia triticina* pătrund după Caldwell și Stone (1936), și prin stomatele închise.

În acest caz, filamentele germinative ale sporilor formează deasupra stomatelor închise un apresoriu, infecția putînd avea loc și noaptea.

Pentru aceleași motive, mărimea osteolelor sau gradul de deschidere al lor nu prezintă totdeauna importanță ca obstacol pentru pătrunderea ciupercilor în plante (deci ca factor al rezistenței mecanice), deoarece tuburile germinative ale sporilor unor ciuperci își pot face drum și prin stomatele cu osteola îngustă sau cu deschiderea mică în același fel cum ele pătrund și prin osteolele închise.

În ce privește rolul apresorului, s-a presupus mai întîi că acesta secretă o toxină care omoară stomatele (Allen, 1926). Mai tîrziu s-a ajuns la concluzia că intrarea filamentului germinativ prin stomatele închise este un proces mecanic, apresorul exercitînd presiunea necesară pentru introducerea vîrfului de străpungere în camera substomatică.

Pătrunderea prin răni. Agenții patogeni care pătrund prin răni sînt numiți și paraziți de răni sau paraziți traumatici. Prin această denumire, împrumutată din medicina umană, sînt desemnați acei paraziți care pătrund prin răni și se dezvoltă în acestea. În fitopatologie, termenul de parazit traumatic se referă mai mult la locul prin care se face pătrunderea și mai puțin la locul în care parazitul se dezvoltă.

Sînt unii agenți patogeni care nu pot pătrunde în plantele-gazdă decît numai prin răni. Ei au fost numiți în sens larg paraziți traumatici obligați sau paraziți cu pătrundere (infecție) traumatică obligată. Un exemplu tipic în acest sens poate fi ciuperca *Endothia parasitica*, care pătrunde în castanul nobil numai prin rănile pe care le prezintă țesutul cortical. De prezența rănilor este condiționată și pătrunderea în țesuturile plantei-gazdă a ciupercilor *Nectria galligena*, *Monilinia fructicola*, *Rhizopus nigricans*, *Penicillium spp.* etc.

O altă parte din agenții patogeni care pătrund, de regulă, prin alte căi (prin stomate, direct prin cuticulă etc.), în anumite împrejurări se folosesc, în acest scop, și de răni. Aceștia pot fi numiți paraziți traumatici facultativi sau paraziți cu pătrundere (infecție) traumatică facultativă. Astfel, ciuperca *Botrytis cinerea*, care are capacitatea de a străpunge direct cuticula, poate pătrunde în plantă și prin răni; de asemenea se pot aminti speciile de *Fusarium*, care produc putregaiul umed sau uscat al cartofului în depozite. Spre deosebire de acestea, alte specii ale genului *Fusarium* atacă rădăcinile unor plante și pătrund în țesuturi numai dacă rădăcinile sînt rănite. În general, basidiomicetele care atacă trunchiurile și ramurile copacilor intră frecvent prin rănile produse de diferite cauze, deseori prin locurile unde s-au produs rupturi de crengi sau crăpături produse de uscarea acestora.

Numărul paraziților traumatici este destul de mare, ei avînd reprezentanți în toate grupele de agenți mai importante: virusuri, bacterii și ciuperci. Infecția traumatică caracterizează însă în mod deosebit virusurile fitopatogene, care în majoritatea lor pătrund în plantă și o infectează pe cale traumatică. Printre virusuri se găsește și cel mai

mare procent de paraziți traumatici obligați, pe cînd numărul acestora este mult mai redus la bacterii și într-o măsură și mai mare la ciuperci. Într-un raport invers sînt reprezentate aceste grupe de agenți patogeni și paraziții traumatici facultativi. Paraziți traumatici facultativi se găsesc și printre antofitele parazite (viscul).

Deoarece un număr foarte mare de agenți patogeni pătrund prin răni, cunoașterea cauzelor care produc aceste porți de intrare are o deosebită importanță pentru elaborarea și aplicarea măsurilor de prevenire a infecțiilor. În sens larg, prin răni se înțeleg leziunile, plăgile, crăpăturile, înțepăturile (traumatismele) și întreruperile de orice fel ale tegumentului plantei.

Dimensiunea rănilor produse de diferite cauze este mai mult sau mai puțin indiferentă pentru mulți agenți patogeni cu infecție traumatică, mai ales ciuperci și bacterii. În general nu este necesar ca rănile să fie mari, vizibile cu ochiul liber, ci este suficient ca să existe o crăpătură cît de mică, o zgîrietură microscopică sau o înțepătură fină, pentru ca pătrunderea agenților patogeni să se producă. În unele cazuri însă, prezența rănilor mai mici și mai numeroase poate să influențeze favorabil pătrunderea agentului patogen. Astfel, pentru unele virusuri mărimea rănilor este un factor hotărîtor; cu cît rănile sînt mai mici, cu atît infecția este mai asigurată. Pentru ca virusul să se dezvolte în celula în care a pătruns, trebuie ca aceasta să fie cît mai puțin vătămată, ca să poată să-și continue funcțiile ei vitale normale. În acest caz, crăpăturile pereților celulei prin care pătrunde virusul trebuie să fie cît mai fine. Prin cicatrizarea lor, rănile încetează de a mai fi porți de intrare pentru agenții patogeni. De aceea, cu cît cicatrizarea rănilor este mai rapidă, cu atît se reduc și posibilitățile de pătrundere a agenților patogeni traumatici. În general, rănile mai mari se cicatrizează mai încet, ele oferind parazitilor posibilitatea de pătrundere un timp mai îndelungat. Durata procesului de cicatrizare a rănilor este însă mai importantă în cazul virusurilor. Rănile microscopice produse prin frecarea naturală sau artificială a frunzelor sau înțepăturile fine se vindecă foarte ușor, posibilitățile de infecție cu virus scăzînd foarte mult.

Cauzele care produc traumatismele sînt de natură fizică (abiotică) sau biotică. Din prima grupă, importanță mai mare prezintă acțiunea grindinei, a înghețului și a vîntului; din a doua grupă vin în considerare în primul rînd insectele fitofage și rozătoarele, ciupercile fitopatogene, animalele domestice și omul.

Căderile de grindină sînt deseori urmate de creșterea atacurilor multor agenți patogeni care sînt cunoscuți ca paraziți traumatici obligați sau facultativi. După G ä u m a n n (1951), în Elveția ciuperca *Coniella diplodiella (Coniothyrium diplodiella)*, care produce putregaiul alb al strugurilor, este numită popular „ciuperca grindinei", deoarece frecvența și intensitatea atacului ei sînt legate cauzal de căderea grindinei în perioada de maturizare a strugurilor.

Este un fapt frecvent verificat că în urma căderilor de grindină se produc o intensificare a atacului și o mărire a pagubelor produse de boli (de exemplu în cazul ciupercilor *Ustilago maydis*, care produce tăciunele comun al porumbului; *Monilia* spp., care produce putrezirea fructelor la sîmburoase și sămînțoase; *Nectria galligena* Bres., care produce cancerul ramurilor la pomii fructiferi; *Nectria cucurbitula*, care produce uscarea vîrfului ramurilor; *Cylindrocarpon cylindroides*, care produce cancerul ramurilor de brad etc.).

Crăpăturile produse de ger pot constitui de asemenea porți de intrare pentru ciuperci. Pe această cale pătrunde, de exemplu, ciuperca *Nectria cucurbitula*, care produce uscarea vîrfurilor la brad.

Efectele mecanice ale vîntului pot duce de asemenea în diferite împrejurări la producerea de răni la plante prin ruperea ramurilor, lovirea sau frecarea lor unele de altele etc. În regiunile de munte, ruperile de ramuri produse la diferiți arbori sub greutatea zăpezii favorizează infecția cu *Daedalea quercina*.

Un număr mare de răni de tipuri foarte variate pot produce paraziții vegetali și animali, îndeosebi insectele. Este frecvent cazul cînd în urma atacului unui parazit primar se produc leziuni pe organele plantei-gazdă, care servesc ca porți de intrare pentru paraziții secundari. Așa, de exemplu, prin plăgile produse de atacul ciupercii *Venturia inaequalis* la măr se introduce ciuperca *Nectria galligena*, un cunoscut parazit de răni. În același mod, atacul primar de mană la tuberculii de cartof produs de *Phytophthora infestans* creează condiții pentru introducerea în tubercul, prin țesuturile atacate, a ciupercii *Fusarium coeruleum*, care nu este capabilă să pătrundă prin peridermul intact al tuberculilor. De asemenea, plăgile produse de ciuperca *Melampsorella caryophyllacearum* pe ramurile mai groase ale bradului prezintă crăpături în scoarță, prin care pot pătrunde o serie de ciuperci secundare din genul *Polyporus, Agaricus* etc.

Rănile cauzate de insectele cu aparatul bucal conformat pentru ros sau pentru înțepat și supt sînt folosite de numeroși agenți patogeni ca porți de intrare în plantă. Nematozii, acarienii și alte animale pot cauza de asemenea în activitatea lor de hrănire răni de diferite tipuri și mărimi. Rănile produse de șoareci, șobolani, iepuri, capre etc., mai ales la plantele lemnoase, sînt porți de intrare folosite deseori de diferiți agenți patogeni. Ca exemplu poate fi amintită pătrunderea prin aceste răni a ciupercii *Trametes radiciperda*.

Omul, în activitatea lui variată, poate produce diferite tipuri de traumatisme cu ocazia altoitului, a ciupitului, a copilitului, a executării tăierilor la pomii fructiferi, prin care se pot strecura în interiorul țesutului diferiți agenți patogeni. Traumatisme se produc frecvent la recoltarea tuberculilor de cartof, a rădăcinilor de sfeclă etc., prin care pot pătrunde în timpul perioadei de păstrare agenți patogeni. De asemenea, prin rănile și leziunile produse la arborii tineri în creștere de arborii tăiați în căderea lor pătrund diferiți agenți patogeni (*Tra-*

metes pini), care atacă și distrug lemnul. G ă u m a n n (1951) mai citează și posibilitatea rănirii rădăcinilor superficiale ale arborilor cu ocazia strîngerii litierii. Prin aceste răni pătrund *Trametes radiciperda* și alte ciuperci.

Pătrunderea directă a agenților patogeni. Pătrunderea activă, directă prin perforarea mecanică sau chimică a structurilor externe protectoare

Fig. 11. — Mecanismul pătrunderii ciupercii *Piricularia oryzae* în celulele epidermice ale frunzelor de orz.

a, apresor; m, micul motor (după Y o s h i i).

intacte ale plantei (cuticulă, epidermă, periderm etc.) este caracteristică unui număr relativ mare de ciuperci parazite; acest mod de pătrundere prezintă o importanță mai redusă pentru bacterii, iar virusurile nu au de loc această capacitate. În acest mod pătrund multe ciuperci, cum sînt: *Synchytrium endobioticum, Venturia inaequalis, Ustilago zeae, Colletotrichum lindemuthianum, Botrytis cinerea, Fabraea rosae* etc.

La ciuperci, capacitatea de a pătrunde activ prin perforarea mecanică a cuticulei și a pereților externi ai celulelor epidermice este legată de formarea — în momentul cînd hifa vine în contact cu peretele celulei-gazdă — la capătul tubului germinativ a unei umflături (îngroșări) globuloase sau lățite ca un disc — ventuză —, numită apresoriu, care aderă strîns la suprafața plantei. Rolul apresoriului este să asigure forța mecanică necesară perforării cuticulei sau peretelui epidermei și pătrunderii filamentului ciupercii în interiorul celulei (fig. 11).

Formarea apresorilor se întîlnește numai la unele ciuperci fitopatogene și antofite parazite. Bacteriile, fiind lipsite de această posibilitate, nu pot să pătrundă activ în plantă prin perforarea mecanică a straturilor externe cutinizate. Pătrunderea directă a bacteriilor se face însă prin porțiunile necutinizate tinere ale țesuturilor externe ale plantei (prin peri radiculari, stigmat etc.), prin răni sau prin orificii naturale (hidatode, stomate). Prin porțiunile necutinizate ale perilor radiculari, bacteriile pătrund activ, dizolvînd pereții celulari.

Mecanismul pătrunderii directe prin perforarea pereților celulari prin presiune mecanică a fost studiat de H a w k i n s și H a r v e y (1919) în cazul infectării tuberculilor de cartof cu ciuperca *Pythium de baryanum*. Ei au determinat presiunea internă asupra pereților hifelor de infecție și au constatat că aceasta poate să crească pînă la 54 de atmosfere în urma absorbției unei cantități mari de apă. Cum pereții laterali ai hifelor rezistă acestei presiuni, extremitatea în creștere a hifei cedează și se formează astfel apresoriul, din care pornește un filament foarte subțire, care perforează ca un stilet peretele celulei.

Un exemplu de pătrundere activă prin cuticula frunzelor verzi se întîlnește la infecțiile cu *Botrytis cinerea*.

Rizomorfele unor ciuperci din sol pot pătrunde în rădăcini prin perforarea activă a straturilor exterioare ale scoarței. G ă u m a n n (1951) descrie astfel acest proces: rizomorfele se lipesc strîns de rădăcină și în locul de contact cu acestea formează o ramificație laterală, care, asemănător unui rizoid de vîsc, strivește în mod mecanic celulele planteigazdă, străpunge epiderma și peridermul și pătrunde în interiorul rădăcinii.

Pătrunderea directă prin cuticulă ca rezultat al unei presiuni mecanice a fost observată mai ales la acele ciuperci care nu sînt capabile să producă fermenții necesari dizolvării substanțelor din cuticulă și pătrunderii în celule.

În alte cazuri, pătrunderea directă se face nu pe cale fizică, ca urmare a presiunii mecanice, ci pe cale chimică, cu ajutorul unor fermenți secretați de ciupercă. În acest fel pătrunde după K u n k e l (1915) în țesuturile plantei-gazdă ciuperca *Spongospora subterranea*. Pătrunderea ciupercilor în plantele lemnoase se poate face și pe calea acțiunii fermentative, prin dizolvarea pereților de celuloză și lignină (L i l y și B a r n e t t, 1941).

În fine, în unele cazuri se întîlnesc la aceeași ciupercă ambele moduri de pătrundere. Așa, de exemplu, hifele din vîrful rizomorfelor bătrîne de *Armillaria mellea* perforează straturile exterioare ale scoarței rădăcinilor bătrîne atît prin presiune mecanică, cît și pe cale chimică. De regulă, perforarea țesutului inițiată pe cale mecanică este sprijinită în continuare prin formarea de către ciupercă a unor fermenți speciali, care dizolvă suberinul și ușurează acțiunea de distrugere a celulelor stratului cortical.

O variantă a pătrunderii directe a țesutului de protecție se întîlnește la unele ustilaginale care produc la cereale o infecție germinală. Așa, de exemplu, sporii ciupercii *Tilletia tritici*, care aderă pe suprafața bobului de grîu, ajung cu acesta în sol. Ei germinează o dată cu bobul și dau naștere unui filament germinativ, care pătrunde în plumula tinerei plantule de grîu prin perforarea coleoptilului. Același mod de pătrundere se întîlnește și la ciupercile: *Ustilago hordei*, care produce tăciunele îmbrăcat al orzului, *Ustilago nigra*, agentul patogen

al tăciunelui negru al orzului ; *Sorosporium holci-sorghi f. zeae*, care produce tăciunele știuleților și peniculelor de porumb etc.

Un alt tip de pătrundere directă se întîlnește la ciupercile care infectează țesuturile fragede sau lipsite de cuticulă din diferite părți ale tulpinei, ale organelor florale etc. Acestea alcătuiesc pentru unele ciuperci și bacterii locul de cea mai mică rezistență („locus minoris resistentiae") prin care pot să pătrundă în plantă. Acesta este, de exemplu, cazul infecției la porumb cu *Ustilago maydis*, la care, în lipsa rănilor, filamentul germinativ pătrunde în plantă prin țesuturile tinere meristematice, ușor de perforat. Multe ciuperci pătrund în ovar pe cale directă. Cazuri tipice sînt cele două specii de *Ustilago*, care atacă grîul *(U. tritici)* și orzul *(U. nuda)* și produc tăciunele zburător al acestor cereale.

Anumiți agenți patogeni (ciuperci, bacterii, virusuri) pot pătrunde și prin stigmatele și nectarinele florilor ; ele sînt lipsite de cuticulă și prezintă unele secreții dulci, care constituie un mediu nutritiv favorabil dezvoltării microorganismelor patogene. Speciile de *Monilinia*, care atacă pomii fructiferi, pătrund în floare prin stigmate ; filamentul germinativ rezultat prin germinarea conidiilor pătrunde prin pistil în ovar. După ce distruge floarea, micelilul trece mai departe în frunzele tinere, care se ofilesc și se usucă în scurt timp. Prin stigmat pătrund și unele bacterii fitopatogene. Un mod particular de pătrundere prin stigmat îl prezintă unele virusuri care se transmit cu polenul provenit de la plantele bolnave. Tubul germinativ al grăunciorului de polen, perforînd stigmatul, introduce virusul în ovarul florii fecundate.

Infectarea florilor se face și prin nectarine. Pătrunderea agenților patogeni prin nectarine este în general un fenomen mai rar decît acela al pătrunderii prin stigmate. Acest mod de infecție este caracteristic unor bacterii fitopatogene. Bacteria *Erwinia amylovora* este transportată de insecte polenizatoare (albine) pe nectarine în timpul polenizării ; aici bacteria se înmulțește mai întîi saprofitic și se răspîndește apoi în mod activ prin spațiile intercelulare ale pistilului, iar de la acesta trece în ovar și mai departe în ramurile tinere. Mai tîrziu, din ramuri bacteriile trec în tulpină și apoi în rădăcini, provocînd, în cazul unui atac puternic, moartea întregului pom.

Pătrunderea directă, activă, prin perforarea țesuturilor fragede se poate face și prin perii radiculari, care, prin faptul că au celulele epidermice foarte tinere și fragede, necutinizate, reprezintă punctele cele mai vulnerabile folosite de unii agenți patogeni din sol pentru infecție. Prin celulele epidermice tinere ale perilor radiculari pătrund în răsadurile de varză zoosporii de *Plasmodiophora brassicae* și filamentele de infecție ale ciupercii *Fusarium lini* la in. Tot prin perii radiculari se face și infecția cu unele bacterii fitopatogene. În acest caz, bacteriile pătrund activ prin porțiunile necutinizate, dizolvînd pereții celulari.

În aceeași categorie se situează și pătrunderea zoosporilor de *Synchytrium endobioticum* în tuberculii de cartof, aceștia nefiind capabili

să pătrundă prin periderm, ci numai în regiunea ochilor, care prin țesutul fraged reprezintă locurile cele mai vulnerabile.

Pătrunderea antofitelor parazite în plantele-gazdă și în general procesul infecției se aseamănă cu acela a ciupercilor parazite, fiind în ambele cazuri un proces activ. Semințele de vîsc *(Viscum album* L.), de exemplu, ajunse pe ramurile de măr cu excrementele sturzilor și ale altor păsări sau cînd aceste păsări își curăță de ramuri ciocul de restul bacelor de vîsc, germinează, hipocotilul se dilată și formează un apresoriu care aderă strîns de ramură. Din apresoriu pornește apoi o rădăcină primară (rizoid), care pătrunde mecanic în scoarță, apoi în lemn ; pe măsură ce crește, el se îngroașă și rupe țesutul invadat. În anul următor, din rădăcina primară se dezvoltă ramuri laterale, care înaintează prin scoarță în toate direcțiile. Din aceste rădăcini primare se formează rădăcini secundare, care pătrund mecanic în adîncime, ajungînd pînă în lemn și de aici departe pînă în țesutul medular.

În cazul cuscutei, tulpina tinerei plantule, ieșită din sămînță, formează pe partea internă lipită de planta-gazdă (regiunea haustorială) rădăcini speciale în formă de cui, care perforează țesuturile plantei-gazdă în mod mecanic, strivind (presînd) celulele întîlnite în cale. În vîrful acestor rădăcini se formează celulele haustoriene filamentoase, lungi, care, dizolvînd cu ajutorul fermenților pectina și celuloza, favorizează pătrunderea rădăcinii mai adînc în țesuturile plantei, pînă la vasele ciuruite ale fasciculului conducător, proces cu care se termină și instalarea parazitară a cuscutei.

În cazul speciilor de *Orobanche* se formează de asemenea celule haustoriene în formă de hife, care pătrund în fasciculele vasculare ale plantei-gazdă.

Cei mai mulți agenți patogeni nu prezintă numai un singur mod de pătrundere în planta-gazdă, ci două sau mai multe. Tuburile germinative ale zoosporilor de *Phytophthora infestans* pătrund în frunzele de cartof prin stomate sau direct prin cuticulă, iar în tuberculi prin răni și lenticele. De asemenea, ciuperca *Fusarium lini* poate pătrunde prin celulele tinere ale epidermei rădăcinilor (perilor absorbanți), prin stomatele tinerei plante de in și, probabil, și prin răni. Filamentele de infecție ale ciupercilor *Nectria cinnabarina, Botrytis cinerea* și *Monilinia cinerea* pătrund în fructe și în ramuri prin lenticele, prin răni, sau direct prin perforarea cuticulei. Rizomorfele de *Armillaria mellea* pătrund în rădăcinile arborilor prin răni (leziuni), însă pot pătrunde și direct prin perforarea activă a straturilor exterioare ale scoarței rădăcinii. Unele bacterii pătrund activ sau pasiv prin orificii naturale, prin porțiunile necutinizate ale plantei (peri absorbanți, stigmat) și prin răni.

Modul de pătrundere în plantă poate să caracterizeze la aceeași ciupercă o anumită categorie de spori. Așa de exemplu, la ciuperca *Puccinia graminis*, filamentele germinative ale ciediosporilor și uredosporilor infectează frunzele de grîu, pătrunzînd prin stomate, pe cînd cele ale basi-

diosporilor infectează frunzele de *Berberis* prin perforarea directă a cuticulei.

Stabilirea raporturilor parazitare cu planta-gazdă. Pătrunderea în țesut (trecerea barierelor de apărare naturală) și stabilirea unui echilibru de viață dintre parazit și gazdă sînt două etape ale procesului infecției. Ele sînt atît de strîns legate între ele, încît deseori nu se poate preciza unde se termină unul și unde începe celălalt. Această etapă, a stabilirii relațiilor parazitare dintre agentul patogen și planta-gazdă, durează un timp în care la început relațiile parazit-plantă sînt foarte labile; această etapă, care reprezintă procesul de infecție propriu-zis, se consideră terminată în momentul cînd relațiile parazitare au devenit stabile. Durata acestei etape de acțiune și reacțiune, de încercări de adaptare continuă a parazitului și a plantei la noile condiții create de conviețuirea lor, variază în timp după felul parazitului și plantei și după condițiile exterioare. În general, ea este relativ redusă, după cum și întreaga perioadă de infecție — pătrunderea și stabilirea raporturilor parazitare — este în general mai redusă decît perioada de incubație și aceea de manifestare a bolii.

Însă nu întotdeauna trecerea barierelor de apărare naturală este urmată la scurt timp de infecția propriu-zisă, adică de stabilirea raportului parazitar durabil. În unele cazuri, între aceste două procese se intercalează o perioadă de timp lungă, în care, deși agentul patogen se găsește în plantă, totuși el nu a intrat încă în raporturi parazitare cu gazda. G ă u m a n n (1951) dă ca exemplu bacteriile *Bacillus vulgatus* Trev. și *Bacillus subtilis* Cohn., care în condiții favorabile trec la viața parazitară și produc un putregai umed la cartof. Aceste bacterii pătrund în vasele conducătoare ale tuberculilor de cartof, însă nu produc o îmbolnăvire a acestora. Dacă tuberculii sînt însă menținuți la o temperatură de 30°C, bacteriile atacă țesuturile și produc putregaiul umed. După noi, astfel de cazuri sînt foarte rare și multe din exemplele date de G ă u m a n n (1951) sînt discutabile.

Modul în care se stabilesc relații parazitare nu este același la toți agenții patogeni. El prezintă anumite particularități în funcție de natura agentului patogen.

În cazul virusurilor, procesul este mai rapid, în sensul că virusul, intrat în celulele plantei-gazdă preferată, după o scurtă perioadă de pregătire, începe să se înmulțească și să se răspîndească în toată planta. Din acest moment se consideră încheiat procesul de infecție.

În cazul bacteriilor, pătrunse activ sau pasiv în camera substomatică a stomatelor sau hidatodelor sau în răni, dacă găsesc condiții favorabile, ele se înmulțesc mai întîi în acest loc și apoi se răspîndesc activ prin spațiile intercelulare în țesuturile vecine. Înmulțirea lor în țesuturile plantei-gazdă dincolo de limitele porții de intrare este un indiciu că s-au stabilit relații parazitare stabile, deci procesul de infecție propriu-zis a luat sfîrșit. În același fel acționează și bacteriile care pătrund

direct în mod activ prin țesuturile tinere necutinizate (peri absorbanți, stigmate etc.).

În cazul ciupercilor fitopatogene, după trecerea, într-un fel sau altul, a barierelor naturale, filamentul de infecție, pentru a se hrăni și dezvolta mai departe, pune în mișcare toate mijloacele de care dispune pentru a-și procura hrana necesară pe seama celulelor plantei-gazdă, care din acest moment începe să reacționeze prin mijloacele de apărare de care dispune. În primele momente se dă deci o luptă decisivă între parazitul intrus și planta invadată, care se termină în cazul plantelor rezistente cu respingerea atacului sau în cazul plantelor sensibile cu stabilirea unor relații parazitare stabile.

În primul moment, după pătrunderea filamentului de infecție prin **osteolă** în camera substomatică sau direct prin pereții externi ai celulelor epidermice sau prin răni, ciuperca caută de la început să-și asigure hrana necesară fie cu ajutorul haustorilor pe care îi trimite în celulele vecine, în cazul dezvoltării intercelulare a aparatului vegetativ, fie direct, prin osmoză, în cazul dezvoltării intracelulare a acestuia. În momentul cînd parazitul reușește să se aprovizioneze satisfăcător cu substanțele nutritive necesare pe seama gazdei și să înainteze în țesuturile vecine, se consideră stabilite relațiile parazitare și terminat procesul de infecție propriu-zis.

În cazul antofitelor parazite, procesul de infecție se desfășoară într-un mod asemănător celui al ciupercilor fitopatogene. În primele faze de pătrundere a rădăcinii primare devin evidente semnele care arată depășirea punctului critic al realizării infecției, adică stabilirea relațiilor parazitare.

Incubația

Perioada de incubație începe din momentul stabilirii raporturilor parazitare durabile între parazit și gazdă, moment care marchează sfîrșitul perioadei de infecție, și ține pînă la apariția primelor simptome evidente ale bolii, care reprezintă începutul perioadei de manifestare a bolii. În timpul acestei faze, agentul patogen se dezvoltă în țesutul plantei, invadînd porțiuni din organul atacat limitate la o zonă în jurul punctului de infecție (infecție locală) sau răspîndindu-se la mari distanțe de locul de intrare, uneori în toată planta-gazdă (infecție generalizată). Prima fază a bolii — infecția — a marcat faza de instalare, de ancorare în țesutul plantei-gazdă a agentului patogen. Faza de incubație corespunde perioadei de invadare de către agentul patogen a țesuturilor gazdei. O dată cu terminarea infecției începe lupta dintre invadator și invadat, în acest scop agentul patogen folosind toate mijloacele de care dispune pentru a învinge obstacolele naturale sau de a anihila efectul reacțiilor de apărare a plantei-gazdă, de limitare a

extinderii atacului în corpul ei. Sfîrșitul acestei faze marchează deci reușita invadării plantei-gazdă de către agentul patogen, consolidarea îmbolnăvirii, adică agentul patogen pune stăpînire pe anumite țesuturi ale plantei-gazdă, în care își va continua dezvoltarea și își va termina ciclul evolutiv.

Modul de invadare a plantei. Răspîndirea agentului patogen în interiorul plantei de la locul de infecție se face într-un mod și pe căi diferite, după natura agentului patogen, planta-gazdă și condițiile mediului exterior. De asemenea, viteza de extensiune în țesuturi și direcțiile de invadare a acestora prezintă deosebiri cantitative și calitative în funcție de o serie de factori interni și externi.

Există forme și moduri foarte variate de desăvîrșire a procesului prin care agentul patogen își croiește drum pentru a se răspîndi în planta-gazdă; acestea sînt caracteristice grupei din care face parte agentul patogen (virusuri, bacterii, ciuperci, antofite parazite) și, în cadrul aceleiași grupe, gradului de evoluție filogenetică, de potențare a aptitudinilor parazitare.

După modul de invadare a țesuturilor, agenții patogeni s-ar putea grupa astfel: unii care se răspîndesc în țesut prin una dintre cele două căi (intracelular sau intercelular); alții care se răspîndesc în plantă pe ambele căi (în fazele incipiente ale dezvoltării pe o cale și în fazele ulterioare pe cealaltă); în fine, alții sînt indiferenți din acest punct de vedere.

Din prima categorie fac parte unele ciuperci inferioare, care trăiesc și se răspîndesc exclusiv în celulele plantei-gazdă (intracelular), cum este, de exemplu, cazul ciupercii *Synchytrium endobioticum*. În același mod se comportă și virusurile fitopatogene. Unii paraziți intracelulari, cum este *Synchytrium endobioticum*, nu părăsesc niciodată celulele în care s-au stabilit la început, pe cînd alții, cum este ciuperca *Plasmodiophora brassicae*, se răspîndesc în țesut, trecînd de la o celulă la alta prin perforarea pereților. Virusurile se comportă asemănător, însă trecerea lor de la o celulă la alta se face prin plasmodesme. Scheffield (1936) a dovedit că celulele stomatice nelegate cu celulele vecine prin plasmodesme nu se infectează cu virusul mozaicului tutunului. Aceasta ar confirma părerea acreditată că virusurile nu pot pătrunde în plantă prin stomate. Se consideră posibil ca virusurile să treacă de la o celulă la alta și prin fisurile submicroscopice din pereții celulelor ale căror dimensiuni nu depășesc 100 mμ.

În fine, sînt agenți patogeni numeroși care trăiesc în spațiile dintre celule (intercelular) și invadează țesuturile exclusiv pe aceeași cale. Așa, de exemplu, zoogleele de *Agrobacterium tumefaciens* înaintează în tulpina tomatelor prin spațiile intercelulare ale hipodermului, iar hifele ciupercii *Cronartium ribicola* înaintează în țesuturi intracelular și trimite haustori în celule.

În cadrul grupei a doua se pot întîlni două cazuri: unii dintre acești agenți patogeni în primele faze ale îmbolnăvirii (atacului) se răspîndesc prin spațiile intercelulare, în ultima parte a acestui proces însă, ei pătrund în celulele plantei-gazdă; în al doilea caz, agentul patogen trăiește la început în interiorul celulelor, iar în stadiile de mai tîrziu în afara celulelor. Bacteria *Xanthomonas malvacearum*, agentul patogen al gomozei bumbacului, în primul stadiu de invadare a țesutului își desfășoară activitatea numai în meaturi, pe cînd mai tîrziu pătrunde în plăcile mediane și, în cele din urmă, în traheidele tulpinei.

Ca reprezentant tipic al grupei a treia amintim ciuperca *Pythium de baryanum*, care se răspîndește în țesuturi cînd intracelular, cînd intercelular, în funcție de tipul și vîrsta țesutului și de vitalitatea plantei-gazdă.

În ce privește răspîndirea prin diferitele țesuturi ale plantei, există de asemenea deosebiri marcante între diferiții agenți patogeni. Unii, cum sînt ciupercile *Pythium de baryanum* și *Phytophthora infestans*, se răspîndesc fără deosebire în toate țesuturile plantei-gazdă. Alții manifestă preferința de a se dezvolta într-un țesut mai mult decît în altul sau de a se dezvolta exclusiv în anumite țesuturi. Așa, de exemplu, unele bacterii, ciuperci și virusuri fitopatogene se folosesc de fasciculele vasculare drept căi de propagare în plantă. Bolile produse de agenții patogeni care se răspîndesc prin sistemul vascular al plantei au fost numite traheobacterioze în cazul bacteriilor și traheomicoze în cazul ciupercilor. În general, aceste boli se caracterizează prin brunificarea sau înnegrirea vaselor și prin distrugerea parțială sau înfundarea (obstruirea) vaselor, simptom care, de obicei, se poate observa ușor cu ochiul liber și se manifestă prin ofilirea plantei sau organului atacat.

Unii agenți patogeni sînt adaptați pentru răspîndirea prin vasele conducătoare de apă (xilem) sau prin tuburile ciuruite (floem), care sînt pentru ei căi specifice de propagare în plantă. Prin xilem se răspîndesc unele ciuperci care produc veștejirea plantelor-gazdă, cum sînt *Fusarium lycopersici* (la tomate), *Verticillium albo-atrum* (la cartof) și *Ophiostoma ulmi* (la ulm). Prin floem se răspîndesc majoritatea virusurilor, cum sînt, de exemplu, virusul răsucirii frunzelor de cartof *(Solanum virus 14)* și virusul X al cartofului *(Solanum virus 1)*.

În fine, o serie de agenți patogeni se pot răspîndi atît prin xilem cît și prin floem. Dintre aceștia amintim virusul bolii lui Peare la vița de vie, care se răspîndește prin floem, ca și celelalte virusuri, însă mai frecvent prin xilem. De asemenea, bacteria *Pseudomonas solanacearum* se răspîndește în xilem, însă pătrunde și în floem. Alte bacterii care prezintă această caracteristică sînt *Corynebacterium sepedonicum* și *Xanthomonas campestris*.

După Gäumann (1951), agenții patogeni, fără deosebire (virusuri, bacterii, ciuperci), care se folosesc de vasele conducătoare pentru invadarea plantei, calea cea mai rapidă și mai eficace de răspîndire în interiorul plantei, nu se localizează în fasciculele vasculare, care sînt pentru

ei căi specifice de răspîndire, ci în stadiile mai tîrzii ale invadării trec din fasciculele vasculare în parenchimul plantei-gazdă, unde în cele mai multe cazuri ei pot ajunge aici la o dezvoltare maximă a activității lor patogene.

Direcția invadării plantei și răspîndirii agenților patogeni prin fasciculele vasculare este determinată de circulația sucului (sevei) plantei. De regulă, virusurile se răspîndesc mai frecvent de sus în jos, prin floem, o dată cu circuitul descendent al asimilatelor (sînt însă și unele excepții), pe cînd bacteriile și ciupercile se răspîndesc mai frecvent de jos în sus, o dată cu curentul ascendent al elementelor nutritive.

Deplasarea agenților patogeni în interiorul plantei se face în două moduri : pasiv și activ. Deplasarea pasivă se realizează ca urmare a creșterii specifice a țesuturilor plantei-gazdă și se întîlnește, de exemplu, la bacteria *Agrobacterium tumefaciens*, care constituie un caz tipic de răspîndire interioară pe calea proliferărilor. În acest caz, țesuturile tinere, nelignificate, din regiunea umflăturilor cu xilemul invadat de bacterie întrepătrund printre țesuturile sănătoase ale plantei, formînd la o oarecare distanță umflături noi, secundare.

În cazul ciupercii *Plasmodiophora brassicae*, care produce hernia rădăcinilor de varză, invadarea țesuturilor rădăcinii se face prin diviziunea celulelor infectate ale plantei-gazdă. În acest caz, plasmodiile trec de la celulele-mamă la celulele-fiice.

Un alt mod de deplasare pasivă este acela care se face cu curentul substanțelor nutritive care circulă prin xilem. Acest mod de invadare mecanică a țesuturilor se întîlnește la multe bacterii. Curentul substanțelor nutritive vehiculează prin vasele largi ale lemnului de primăvară conidiile ciupercii *Ophiostoma ulmi*, agentul patogen al uscării ulmului. Deși mecanismul de răspîndire a virusurilor în plantă este încă puțin cunoscut, totuși se crede că ele se deplasează în acest mod, fiind purtate, cel puțin în parte, de curent prin vasele ciuruite. Ca exemplu de deplasare a virusului de sus în jos pe această cale se poate da virusul mozaicului tutunului în tulpina de tutun. În parenchim, particulele de virus se deplasează prin plasmodesme de la o celulă la alta.

În cazul deplasării active, agentul patogen invadează țesuturile plantei prin mijloace proprii, și anume pe calea creșterii lui. Această formă de înaintare a agentului patogen în plantă se întîlnește, de exemplu, la marea majoritate a ciupercilor mai evoluate ; la acestea, hifele intrate în țesutul plantei pătrund din ce în ce mai adînc în țesut în același mod ca la începutul infecției.

Viteza de răspîndire în plantă a agentului patogen este diferită după agentul patogen și planta-gazdă, după caracterul și felul deplasării (pasivă sau activă, prin vase sau prin parenchim), după factorii externi (în special temperatura) etc. În cazul răspîndirii pasive, viteza este diferită după calea de răspîndire pe care agentul patogen o folosește. În cazul deplasării în parenchim de la o celulă la alta, prin plasmodesme, a virusurilor, viteza de deplasare este mult mai redusă

decît în cazul deplasării lor prin vasele conducătoare. La rîndul ei, viteza de răspîndire a virusului în parenchim depinde, pe de o parte, de numărul plasmodesmelor (cînd numărul este mic, viteza este mai redusă), iar pe de alta de intensitatea și rapiditatea înmulțirii virusului, precum și de greutatea moleculară (mărimea) a particulelor de virus. Așa, de exemplu, viteza de deplasare a virusului X al cartofului în parenchimul frunzelor de tutun este, după Köhler (1947), de aproximativ 10 μ/oră. Viteza de invadare pasivă pe calea vaselor conducătoare se face mult mai repede decît prin parenchim ; în acest caz, viteza de deplasare este legată de rapiditatea circulației substanțelor nutritive, fiind uneori egală cu viteza acestui curent. Așa, de exemplu, viteza de vehiculare pe această cale a virusului încrețirii frunzelor de sfeclă este în medie de 152 cm pe oră (Benett, 1934) iar a virusului striației porumbului de 20 cm pe oră (Storey, 1928). În cazul virusului mozaicului tutunului și virusului X al cartofului, în tulpinile de tomate viteza de deplasare a fost, după Kunkel (1939), de 8—18 cm pe oră.

Conidiile de *Ophiostoma ulmi* se deplasează prin vase cu o viteză de aproximativ 20 m pe oră (Banfield, 1941). Deplasarea mecanică prin xilem a bacteriei *Agrobacterium tumefaciens* se face cu viteza de 5 cm pe oră (Ropp, 1948).

La agenții patogeni care se răspîndesc în mod activ, pe baza creșterii lor progresive (la majoritatea ciupercilor parazite cu talul filamentos), viteza de înaintare în țesutul plantei este direct proporțională cu viteza de creștere a hifelor ; cu cît hifele cresc mai repede, cu atît viteza de invadare a țesuturilor de către ciupercă este mai mare.

Viteza de răspîndire în plantă a hifelor de *Armillaria mellea* ajunge pînă la 18 mm pe zi, aceea a hifelor de *Stereum purpureum* este de 13 mm pe zi și, în fine, hifele de *Trametes pini* avansează în interiorul tulpinii de pin în medie cu 18 cm pe an.

Relativ mare este și viteza de deplasare activă a bacteriilor fitopatogene în corpul plantei. S-a constatat că bacteria *Pseudomonas solanacearum* înaintează în tulpinile de cartof cu o viteză de 5 mm pe oră, iar în cele de tomate cu o viteză de 2,2 mm pe oră. S-a constatat de asemenea că viteza deplasării active nu este influențată de sensul circulației substanțelor nutritive, avînd în general aceleași valori cînd se face de jos în sus, cît și de sus în jos (Grier e, 1943).

Dintre factorii de mediu, temperatura influențează într-o măsură mai mare viteza de răspîndire. Viteza de răspîndire în fructele de piersic a ciupercilor *Sclerotinia fructigena* și *Rhizopus nigricans* este foarte mare la temperaturi mai ridicate și foarte redusă la temperaturi mai scăzute (Gäumann, 1951).

Durata perioadei de incubație. Perioada de incubație sau, cum o numește Dunin, de latență a bolii (după noi, mai corect asimptomatică) are în general o durată mai lungă decît perioada de infecție. Lungimea acestei perioade variază foarte mult de la un agent patogen la altul, de la o plantă-gazdă la alta și la aceeași plantă în funcție de o

serie de factori externi și interni. La cei mai mulți agenți patogeni, ea durează de la cîteva zile pînă la cîteva săptămîni și în unele cazuri chiar pînă la cîteva luni, iar la unele plante lemnoase și mai mult. În îmbolnăvirile cu diferite ciuperci, ea oscilează între limite destul de largi : la *Erysiphe graminis* este de 5—7 zile, la *Plasmopara viticola* de 4—12 zile, la ruginile grîului de 5—15 zile, la *Lophodermium pinastri* de 2—3 luni, la *Malampsorella caryophyllacearum* de 4 luni, la *Tilletia* spp., care atacă grîul, de la circa 4 luni la grîul de primăvară, la aproximativ 10 luni la grîul de toamnă, iar la *Sorosporium holci sorghi* la porumb de 3—4 luni. În cazul infecțiilor la pruni cu ciuperca *Stereum purpureum*, perioada de incubație este foarte lungă, simptomele apărînd, de regulă, numai după cel puțin un an de la producerea infecțiilor locale pe rădăcini și pe tulpini.

Tot așa de mult variază lungimea perioadei de incubație și în cazul infecțiilor cu diferite virusuri. În cazul virusului necrozei tutunului, ea durează la anumite gazde, numai 18 ore (Price, 1938), în cel al virusului mozaicului tutunului 1—2 zile. La bacterii, perioada de incubație variază de la 7 la 20 de zile.

Variații apreciabile ale lungimii perioadei de incubație există și între diferitele specii de plante și la aceeași specie în funcție de receptivitate și de vîrsta plantei sau a organului. Acest lucru apare mai pregnant la virusuri, la care se întîlnesc oscilații la aceeași plantă de la cîteva zile la cîteva săptămîni.

Lungimea perioadei de incubație variază mult și în funcție de factorii externi, mai ales de temperatură. Agentul patogen găsindu-se în siguranță în interiorul țesuturilor suculente ale plantei, umiditatea mediului are un rol mai puțin important ; o influență apreciabilă pot exercita însă lumina, presiunea atmosferică, conținutul în CO_2 al aerului etc. Foare pregnantă este însă în general influența temperaturii asupra dezvoltării agentului patogen în plantă, deci asupra lungimii perioadei de incubație. În general, temperaturile mai ridicate accelerează dezvoltarea agentului patogen în plantă reducînd implicit durata incubației. Acest lucru a fost pus în evidență în diferite cercetări experimentale. Astfel, în experiențele lui Delp (1954), perioada de incubație în cazul infecțiilor cu *Uncinula necator* la viță de vie a fost redusă la jumătate prin ridicarea temperaturii de la 15 la 26°C. Este bine cunoscută de asemenea influența condițiilor de mediu asupra duratei perioadei de incubație la *Plasmopara viticola* pe frunzele, pe ciorchinii și pe boabele tinere.

O influență de aceleași proporții a condițiilor de temperatură se remarcă și în ce privește modificarea duratei de incubație la infecțiile cu bacterii. S-a constatat, de exemplu, în cazul bacteriei *Xanthomonas phaseoli* că la 32°C durata incubației a fost de numai 7 zile, pe cînd la 20°C ea a fost de 23 de zile și la 16°C de 27 de zile. La infecțiile cu *Xanthomonas malvacearum*, incubația a durat de la 3 zile la temperaturi ridicate pînă la 17 zile la temperaturi joase. De asemenea, în cazul bacteriei *Erwinia tracheiphila*, perioada de incubație a durat de la 3 la 31 de zile, în funcție de temperatură.

Manifestarea bolii

Apariția primelor reacții vizibile la exteriorul plantei (a primelor simptome) marchează sfîrșitul perioadei de incubație și începutul celei de-a treia faze — manifestarea bolii. Ca și cele două faze precedente, tot așa și ultima fază — manifestarea bolii — reprezintă o perioadă de timp din evoluția procesului patologic, a cărei durată poate să varieze în funcție de o serie de factori interni și externi.

În cursul acestei faze, simptomele bolii, ca expresie a modificărilor fiziologice și anatomo-morfologice, se modifică mereu pe măsură ce boala evoluează, această fază terminîndu-se cu scoaterea din funcție sau cu distrugerea țesutului ori a organului atacat sau cu moartea întregii plante. De aceea, din punct de vedere practic, pentru punerea diagnosticului unei boli este necesar să cunoaștem și să luăm în considerare diferitele faze consecutive prin care trece ea. Totalitatea modificărilor produse de atacul unui agent patogen alcătuiesc caracterele simptomatologice ale bolii, a căror descriere formează obiectul patografiei (simptomatologia).

În ce privește delimitarea fazei de manifestare a bolii, există în literatură discuții asupra precizării momentului care marchează începutul ei. Prin definiție, ea începe cu apariția primului simptom vizibil pe care-l prezintă țesutul infectat. Deoarece în cazul unor ciuperci apar, în locul simptomelor, ca prim semn de boală, fructificațiile ciupercii care a provocat boala, se vorbește, în loc de perioada de incubație, de perioada de fructificare și se discută raporturile de durată dintre ele. Apariția fructificațiilor înaintea simptomelor nu schimbă esențial criteriul de stabilire a duratei perioadei de incubație, deoarece ambele au aceeași semnificație, adică marchează faptul că incubația s-a terminat și agentul patogen a pus stăpînire definitivă pe țesutul atacat în care s-a dezvoltat nestingherit.

Apariția furctificațiilor marchează începutul perioadei de manifestare a bolii ; în unele cazuri, aceasta nu mai este urmată de apariția altor simptome și perioada de manifestare a bolii se desfășoară asimptomatic. În cazul infecțiilor la frunzele de viță cu ciuperca *Plasmopara viticola*, în condiții de mediu excepțional de favorabile pentru ciupercă, stadiul de pete untdelemnii — primul simptom al bolii — este depășit, apărînd ca prim semn al bolii la suprafața frunzei conidioforii și conidiile ciupercii. În continuare, boala se manifestă prin simptome obișnuite. Sînt însă unele boli, cum sînt cele produse de unele specii ale genului *Phoma*, la care în dreptul organelor atacate apar la începutul perioadei de manifestare a bolii picnidiile ciupercii, care uneori sînt singurele semne de îmbolnăvire. În acest caz, perioada de incubație poate

să coincidă ca durată sau să se confunde cu perioada de fructificare. A spune în aceste cazuri că perioada de fructificare este mai scurtă decît perioada de incubație sau invers ni se pare un nonsens. Astfel de deosebiri nu s-ar putea face nici în cazul acelor boli a căror manifestare se caracterizează numai prin apariția organelor atacate, transformate în spori, cum este cazul ciupercilor *Ustilago tritici* și *U. nuda*, care produc tăciunele zburător al grîului, respectiv al orzului.

Apariția și evoluția simptomelor. Dacă prima fază a bolii — infecția — constituie premisa bolii infecțioase, iar a doua fază — incubația — faza pregătitoare, ascunsă, asimptomatică a îmbolnăvirii, manifestarea exterioară prin simptome macroscopice este ultima etapă a procesului patologic, în care simptomele, care caracterizează boala, apar într-o anumită succesiune și cu o anumită intensitate care caracterizează cursul bolii (G ă u m a n n, 1951).

Reacțiile vizibile ale plantei la îmbolnăvire — tabloul simptomelor — suferă, în timpul perioadei de manifestare a bolii, modificări de formă, structură, culoare, mărime mai mult sau mai puțin caracteristice. Simptomele bolii reflectă procesele patologice care au loc în țesuturile invadate, fiind determinate de interacțiunile permanente dintre parazit și plantă, care modifică mereu condițiile lor de existență și declanșează reacțiile de adaptare la noile condiții de viață pe care și le creează reciproc.

Aceste acțiuni și reacțiuni care urmăresc menținerea echilibrului biologic, perpetuarea raportului parazitar se repetă mereu în tot cursul procesului de îmbolnăvire și duc la modificări ale proceselor fiziologice și biochimice atît la parazit, cît și la planta-gazdă. Paralel cu aceste modificări interioare apar, se modifică și se intensifică simptomele exterioare de manifestare a bolii. Această interacțiune permanentă dintre agentul patogen și gazdă condiționează cursul pe care îl ia boala, tabloul caracteristic al simptomelor. Îmbolnăvirea, fiind determinată de reacțiile reciproce ale cuplului parazit-plantă, ce se succedă și se modifică mereu, este un proces complex, independent, cu legile lui specifice, rezultat al interacțiunii strînse dintre cei doi parteneri, proces care nu poate fi studiat separat, descompunîndu-l, ci numai în contextul lui dialectic.

Simptomele care apar cu regularitate și caracterizează o anumită boală au fost numite simptome tipice, iar cele care apar neregulat și sînt mai puțin caracteristice, simptome atipice. În raport cu importanța lor din punctul de vedere al prognozei, ele mai pot fi împărțite în principale și secundare, în specifice și nespecifice. Așa, de exemplu, în cazul tăciunelui zburător al ovăzului, produs de ciuperca *Ustilago avenae*, simptomul principal, specific este distrugerea bobului, pe cînd îngălbenirea frunzei superioare este simptomul secundar.

În cazul unor virusuri, după apariția simptomelor — deci în faza de manifestare a bolii — urmează uneori o perioadă în care, sub

influența anumitor condiții externe, simptomele bolii dispar temporar — acesta este cazul îmbolnăvirilor mascate, care durează numai atîta timp cît se mențin condițiile externe care le-au condiționat — simptomele devenind din nou evidente în momentul cînd revin condițiile inițiale. Această mascare a simptomelor se observă uneori în cazul mozaicului cartofului și al altor viroze în timpul lunilor calde de vară.

Folosirea de către G ă u m a n n (1951) în acest caz a termenului de recidivă, împrumutat din medicina umană, este mai puțin potrivită în fitopatologie.

Trebuie însă să facem o distincție netă între perioada de îmbolnăvire asimptomatică, corespunzătoare perioadei de incubație și îmbolnăvirea latentă propriu-zisă, care se referă la cazurile în care infecția s-a făcut, parazitul se dezvoltă în plantă, însă simptomele nu apar, deoarece el nu poate să ajungă în organele în care își desăvîrșește ciclul biologic. Exemplificăm aceasta cu îmbolnăvirea latentă a ovăzului cu ciuperca *Ustilago avenae*. Z a d e (1932) a demonstrat experimental că la unele soiuri de ovăz sau în anumite condiții miceliul ciupercii care se dezvoltă în tulpina plantei nu ajunge pînă la panicul ca să producă simptomele bolii. Pe baza acestui exemplu trebuie să se facă precizarea referitoare la deosebirile calitative dintre noțiunile asimptomatic și latent, în sensul că îmbolnăvirea ovăzului care se termină normal prin apariția paniculelor atacate are o etapă asimptomatică, pe cînd termenul de latent trebuie să-l folosim numai în cazul îmbolnăvirilor în care manifestarea bolii sub forma paniculelor tăciunate nu se produce.

În legătură cu poziția locului de manifestare a simptomelor bolii și de formare a fructificațiilor (la ciuperci) pe plantă, în raport cu locul pe unde s-a făcut infecțiunea, se pot deosebi trei tipuri mai importante de boli. Cel mai răspîndit tip, care se întîlnește la marea majoritate a micozelor și a bacteriozelor, este acela cînd îmbolnăvirea este strict locală, adică agentul patogen se dezvoltă în țesuturile plantei foarte aproape și în jurul locului pe unde s-a produs infecția; în acest loc al plantei apar și simptomele, care se limitează numai la țesuturile care au fost supuse direct infecției și au fost invadate de parazit.

Celelalte două tipuri se întîlnesc mai puțin frecvent. Unul dintre acestea este caracterizat de faptul că locul de apariție al simptomelor nu coincide cu locul de pătrundere în plantă a agentului patogen, iar celălalt îl constituie bolile cu apariția generalizată a simptomelor independent de locul unde s-a produs infecția.

Primul din aceste două tipuri se întîlnește la viroze și la un număr restrîns de micoze și bacterioze. La acest tip de boli infecția este mai mult sau mai puțin generalizată, însă manifestarea bolii apare sub forma unor simptome localizate pe anumite organe specifice. În acest caz, de regulă locul apariției simptomelor este distanțat mult în spațiu de locul infecției. Un exemplu clasic îl constituie mălura grîului, pro-

dusă de *Tilletia* spp. tăciunele negru şi îmbrăcat al orzului (provocate de *Ustilago nigra* şi resp. *U. hordei*), şi tăciunele zburător şi îmbrăcat al ovăzului, provocate de *Ustilago avenae*, respectiv *U. levis*; la acestea infecţia şi manifestarea bolii sînt mult distanţate nu numai în spaţiu, ci şi în timp. Se ştie că ciupercile care produc aceste boli infectează planta în sol în primul moment al dezvoltării ei ontogenetice (infecţiune germinală) pe cînd apariţia simptomelor are loc spre sfîrşitul perioadei de vegetaţie şi devine evidentă la spice după apariţia acestora din vagina frunzei. Din aceeaşi categorie de boli fac parte şi unele viroze, cum sînt cele produse la lalele de *Tulipa virus 1*, la cartof de *Solanum virus 14*, la sfeclă de *Beta virus 1* etc.

Ultimul tip de boli este acela la care agentul patogen care a produs infecţia se răspîndeşte în toată planta (îmbolnăvire generalizată), îmbolnăvirea pe care o produce caracterizîndu-se prin apariţia generalizată a simptomelor. Bolile infecţioase de acest tip sînt caracteristice pentru agenţii paraziţi toxigeni, adică aceia ale căror toxine trec din focarul local al bolii în vasele conducătoare şi, circulînd prin xilem, pot provoca astfel intoxicarea întregii plante-gazdă. Se pot da exemple atacurile produse de ciupercile *Valsa* şi *Armillaria mellea* la sîmburoase şi de speciile de *Fusarium*, care produc ofilirea diferitelor plante etc.

Simptomele prin care se manifestă o boală, indeosebi cele tipice, sînt asemănătoare la toate plantele din aceeaşi specie şi în aceleaşi condiţii de mediu. Factorii de mediu pot exercita o influenţă puternică asupra desfăşurării proceselor patologice, deci şi asupra manifestării bolii. De exemplu, în cazul ofilirii infecţioase la arbori, la care temperatura scăzută încetineşte evoluţia bolii şi întîrzie apariţia simptomelor, o creştere a temperaturii poate provoca pieirea bruscă a plantelor. După G ă u m a n n (1951), licomarazmina, care produce ofilirea plantelor de tomate infectate de unele specii de *Fusarium*, acţionează de 10 ori mai puternic la tempartura de 30°C decît la cea de 12°C. De asemenea, în cazul virozelor, creşterea temperaturii aerului produce o slăbire a manifestării simptomelor. De exemplu, simptomele mozaicului tutunului sînt mult mai puţin pronunţate la o temperatură de peste 34°C; în infecţiile cartofului cu virusul X simptomele de îmbolnăvire pot să dispară, după L a r s o n (1943), chiar la o temperatură a aerului mai mare de 25°C.

MODIFICARILE PRODUSE DE BOLI LA PLANTE

Ca urmare a atacului agenţilor patogeni are loc întotdeauna modificarea echilibrului funcţional al plantei. Ori de cîte ori aceste modificări funcţionale persistă timp mai îndelungat, depăşind limita de adaptabilitate, survine aşa-numitul proces patologic sau stare de boală.

Prin enzimele şi toxinele pe care le secretă, paraziţii influenţează asupra tuturor funcţiilor vitale ale plantelor, determinînd dezechilibrarea activităţii coordonate a sistemului de fermenţi ai plantei-gazdă. Astfel se modifică aciditatea şi concentraţia sucului celular, procesele de formare a clorofilei, activitatea fotosintetică, procesele de dezasimilaţie, conţinutul în fitohormoni, circuitul normal al apei în planta bolnavă etc.

Întotdeauna procesele patologice sînt mai intense în cazul paraziţilor mai puţin specializaţi, cu un grad mai accentuat de saprofitism, deoarece aceştia au un bagaj enzimatic mai bogat în comparaţie cu paraziţii obligaţi.

Modificări chimice şi funcţionale

Cercetările întreprinse asupra proceselor fiziologice ale plantei bolnave sînt relativ recente, ele datorîndu-se unor eminenţi oameni de ştiinţă, ca: D u f r é n o y, G ă u m a n n, K u p r e v i c i etc. Din constatările de pînă acum rezultă că influenţa atacului asupra proceselor fiziologice ale plantei-gazdă diferă foarte mult, în funcţie de parazit, de modul de evoluţie a bolii, de complexul de fermenţi extracelulari pe care îi secretă şi de toxinele pe care le produce. O influenţă însemnată asupra mersului bolii în general, asupra proceselor fiziologice ale plantei-gazdă o au factorii mediului înconjurător (hrana, umiditatea, temperatura, lumina, cantitatea de CO_2 etc.).

1. Modificări de ordin biochimic

Conţinutul în apă. În ţesuturile plantelor bolnave, conţinutul în apă variază în funcţie de parazit. În cazul multor boli, conţinutul în apă nu suferă nici o schimbare, rămînînd acelaşi ca şi în ţesuturile sănătoase, ca, de exemplu, în merele atacate de ciuperca *Sphaeropsis malorum*. Alteori însă conţinutul în apă al plantelor bolnave este mult mai scăzut, caz întîlnit foarte frecvent la cereale atunci cînd sînt atacate de rugini. Astfel, în frunzele de grîu atacate de ciuperca *Puccinia graminis* f. sp. *tritici*, cantitatea de apă este de aproape şapte ori mai mică decît cea normală.

Uneori efectul parazitismului se manifestă printr-o sporire a conţinutului în apă al celulelor, fenomen întîlnit la tulpinile de porumb atacate de ciuperca *Ustilago maydis* şi la frunzele de *Euphorbia* atacate de *Uromyces pisi*.

Conţinutul în hidraţi de carbon. În ţesuturile atacate, conţinutul în hidraţi de carbon este, de regulă, mai scăzut, ca o consecinţă a diminuării asimilaţiei clorofiliene şi a intensificării proceselor de dezasimilaţie. Astfel, C h r i s t o f f A. arată că în prunele infectate cu virusul

Prunus virus 7 cantitatea de zaharuri este mai redusă. Acest lucru se constată și la frunzele de cartof atacate de ciuperca *Phytophthora infestans* sau la plantele de porumb atacate de *Ustilago maydis*. Atacul de rugini la cereale are de asemenea o influență negativă asupra depunerii amidonului în cariopse, fenomen care are drept rezultat scăderea apreciabilă a calității producției.

O micșorare accentuată a amidonului s-a observat și în cazul atacului ciupercilor *Polyporaceae*, al căror miceliu secretă o enzimă care dizolvă amidonul.

În cazul altor boli, se constată o acumulare de amidon în unele organe. Astfel, Schellenberg arată că în prunele atacate de *Taphrina pruni* și în frunzele de piersic atacate de *Taphrina deformans* se acumulează o cantitate mai mare de zaharuri solubile. O creștere ridicată a cantității de zaharuri se constată și în cazul strugurilor atacați de ciuperca *Sclerotinia fuckeliana*. Sub influența ciupercii *Plasmodiophora brassicae* se produce o îngrămădire de amidon în celulele rădăcinilor diverselor specii din genul *Brassica*.

Cercetările făcute pînă în prezent demonstrează că acumularea de amidon, de dextrină sau de alți hidrați de carbon are întotdeauna un caracter local.

Conținutul în substanțe proteice. Sub influența diverselor atacuri, în plante au loc în numeroase cazuri modificări mai mult sau mai puțin pronunțate în ceea ce privește conținutul în substanțe proteice, în raportul dintre azotul proteic și neproteic, precum și în acumularea de aminoacizi, amoniac și alte combinații ale azotului.

O influență foarte puternică asupra circuitului azotului în plante au bolile cauzate de virusuri. Astfel, la cele mai multe viroze acumularea proteinelor virotice în plantă este corelată cu o diminuare a conținutul în azot total și în azot proteinic. În unele cazuri, în plantele infectate de virusuri se constată o creștere a conținutului în azot total și o reducere a cantității de azot proteinic.

Modificări însemnate în ceea ce privește conținutul în substanțe azotoase sînt produse și de către bolile bacteriene. Astfel, în țesuturile tumorilor produse de bacteria *Agrobacterium tumefaciens* se constată o sporire a cantității de azot.

În cazul bolilor produse de ciuperci, modificările variază în funcție de parazit. Astfel, Willaman și Sandström, studiind modificările care se petrec în prunele atacate de ciuperca *Monilia cinerea*, constată că o parte din azotul neproteinic se transformă în azot proteinic. Coons și Klotz, determinînd azotul din frunzele de țelină atacate de *Cercospora apii* și de *Septoria apii*, constată o scădere simțitoare a acestuia.

Aciditatea sucului celular. În majoritatea cazurilor, sub influența paraziților, aciditatea sucului celular crește. Din analizele făcute de E. Docea la prunele din soiul Victoria infectate cu virusul *Prunus virus 7* rezultă că aciditatea crește de la 10,9%, cît au fructele sănătoase, la 11,5%. Există însă și cazuri în care atacul paraziților nu modifică concentrația în ioni-hidrogen, fenomen constatat în tumorile bacteriene ale plantelor. Mult mai rar diversele atacuri determină o scădere a aciditații sucului.

Conținutul în rășini, gome și alte substanțe de excreție. La unele plante lemnoase, cum sînt coniferele și pomii, în urma atacurilor sau în urma unor răniri are loc o creștere simțitoare a conținutului în rășini și gome. Acest mod de a reacționa se întîlnește frecvent la pin atunci cînd este atacat de ciuperca *Cronartium ribicola*. Gomele se formează în cantități foarte mari la cais, cireș, prun și piersic atunci cînd sînt răniți sau cînd sînt atacați de ciuperca *Coryneum beijerinckii*. Pe lîngă rășini și gome, în țesuturile bolnave se acumulează uneori în cantități mari taninul și fenolii. Astfel s-a constatat că la soiurile de cartof rezistente la rîia neagră are loc o acumulare de fenoli. Această producere exagerată de rășini, gome, fenoli etc. determină tulburări în nutriția plantelor și prin aceasta pieirea lor.

Conținutul în substanțe grase. Cu toate că cercetările în această direcție nu sînt suficient de concludente, se pare că, în unele cazuri, în țesuturile infectate se formează o cantitate sporită de grăsimi, care se acumulează sub formă de picături în celule, fenomen întîlnit la frunzele de grîu atacate de *Puccinia glumarum* și la frunzele de sfeclă de zahăr atacate de *Uromyces betae*.

Clorofila. Majoritatea bolilor plantelor provocate de virusuri, bacterii și ciuperci se caracterizează printr-o scădere pronunțată a cantității de clorofilă în țesuturile atacate. Această scădere a conținutului în clorofilă se datorește fie distrugerii cloroplastelor, fie inhibării sintezei plastidelor.

În cazul bolilor virotice, cloroza poate fi locală sau generală. Determinările făcute de Peterson și Mc. Kinney asupra conținutului în clorofilă al frunzelor de tutun mozaicat au arătat că acesta scade foarte mult, scădere ce poate ajunge pînă la 56,7%. Fenomene asemănătoare se întîlnesc și în cazul unor micoze, ca, de exemplu, în cazul ruginii pălămidei *(Cirsium arvense)*, produsă de ciuperca *Puccinia suaveolens*, cînd cantitatea de clorofilă scade cu 63%.

Formarea și activitatea biocatalizatorilor. În cursul procesului patologic, activitatea fermenților biolitici și oxidanți este în majoritatea cazurilor intensificată. În țesuturile bolnave are loc și o sporire a activității carbohidrazelor, fapt care are ca rezultat descompunerea intensă a amidonului și zaharozei. De asemenea se constată că în aceste țesuturi crește și conținutul în aminoacizi, ca urmare a descompunerii substanțelor proteice de către proteaze și peptidaze. Diversele atacuri provoacă în majoritatea cazurilor modificarea activității oxidazelor. După Suhorukov, în cazul veștejirii bumbacului, produsă de ciuperca *Verticillium albo-atrum*, se constată o intensificare a activității peroxidazei, fenomen care se manifestă și în frunzele de grîu atacate de ciuperca *Puccinia triticina*. O creștere a activității oxidazelor are loc

și în cazul infecțiilor virotice. Astfel, în frunzele de sfeclă atacate de virusul *Beta virus 2*, care produce mozaicul, activitatea peroxidazei este de 2—3 ori mai mare decît în frunzele sănătoase. O stare identică se întîlnește și în frunzele de cartof atacate de virusul *Solanum virus 14*.

Legat de activitatea catalazei, au loc de asemenea o serie de modificări fie în sensul creșterii activității ei, așa cum se întîmplă în cazul țesuturilor de cartof atacate de ciuperca *Synchytrium endobioticum* și al plantelor de grîu atacate de ciuperca *Ustilago tritici*, fie în sensul reducerii activității ei, ca în cazul ovăzului atacat de *Puccinia coronifera* sau al grîului atacat de ciuperca *Puccinia triticina*. Tot în sensul unei reduceri a activității catalazei acționează și infecțiile virotice (mozaicul cartofului).

În numeroase cazuri, diversele atacuri se caracterizează prin modificări ale proceselor de creștere a țesuturilor bolnave, modificări ce sînt determinate de acumularea sau de distribuția inegală a substanțelor de creștere, auxinele. Un exces de substanțe de creștere duce la formarea de gale (tumorile produse de *Agrobacterium tumefaciens*), de „mături de vrăjitoare", precum și de diferite deformații provocate de unele ciuperci ca *Taphrina insititiae* la prun, *Taphrina cerasi* la cireș etc.

În țesuturile infectate de virusuri, dimpotrivă, s-a constatat o cantitate mai redusă de fitohormoni (în tuberculii de cartof infectați cu virusul X, conținutul în substanțe de creștere scade cu 40—50%).

2. Modificări de ordin fiziologic

În majoritatea cazurilor, atacurile agenților patogeni, au o influență pronunțată asupra diferitelor procese fiziologice.

Asimilația. În cazul atacului paraziților și al saprofiților facultativi care produc pete pe frunzele plantelor, asimilația este în general micșorată ca intensitate. Astfel, la vița de vie atacată de ciuperca *Plasmopara viticola*, la plantele de cartof atacate de *Phytophthora infestans* se constată o scădere foarte mare a fotosintezei în anii cu atacuri intense. Efecte asemănătoare se constată și în cazul atacurilor produse de ciupercile din familia *Erysiphaceae*. Kuprevici a arătat că în frunzele de trifoi atacate de ciuperca *Erysiphe communis* are loc o reducere pronunțată a asimilației, cantitatea de CO_2 asimilat de frunzele bolnave reprezentînd numai 40—60% din cea asimilată de frunzele sănătoase. Cercetări amănunțite au fost făcute și asupra efectului pe care îl au uredinalele asupra fotosintezei, constatîndu-se că uneori (la unele specii), chiar din primele stadii de dezvoltare ale ciupercii, fotosinteza scade, proces care este stînjenit (în general la toate ruginile) și mai mult în stadiul de sporulație a ciupercilor (fig. 12).

O scădere a asimilației se constată și în cazul bacteriozelor maculicole și în cel al infecțiilor virotice.

Reducerea fotosintezei la plantele bolnave se datorește fie distrugerii unor porțiuni din suprafața de asimilare (cazul bacteriilor și al ciupercilor ce produc pete pe frunze), fie acțiunii dăunătoare a fermenților extracelulari ai paraziților și a produselor lor de hidroliză asupra elementelor vii ale celulelor plantei-gazdă.

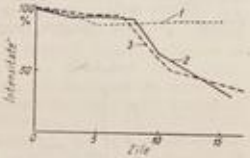


Fig. 12. — Influența atacului de rugină galbenă asupra intensității asimilatorii a grîului.

1, un soi foarte rezistent; *2*, un soi cu rezistență mijlocie; *3*, un soi foarte sensibil (după Gassner și Goessi).

Întotdeauna diminuarea fotosintezei are repercusiuni negative asupra producției.

Există însă și cazuri în care atacul paraziților produce o accelerare a procesului de asimilație, acțiune observată la plantele de grîu atacate de ciuperca *Ustilago tritici*, la care intensitatea asimilației este în primele faze ale bolii cu 20—30% mai mare decît la plantele sănătoase.

Respirația. Sub influența atacurilor diverșilor paraziți, energia respiratorie a plantelor-gazdă suferă modificări însemnate, modificări care variază mult cu natura agenților patogeni. Astfel, în cazul bolilor virotice, evoluția procesului de respirație are un mers mult mai neregulat decît în cazul bolilor produse de microorganisme. La plantele de cartof atacate de virusul ce produce răsucirea frunzelor, respirația este în general mai intensă decît la plantele sănătoase. Această diferență variază însă în diferite țesuturi, organe și momente succesive: de exemplu, tuberculii atacați, maturi sau nematuri, inițial respiră mai activ, dar, la sfîrșitul perioadei de conservare, intensitatea respiratorie este ceva mai redusă decît la cei sănătoși. În momentul germinării tuberculilor, energia respiratorie este superioară celei normale, pentru ca, după diferențierea frunzelor pe lăstarii noi, respirația să scadă din nou sub cea normală, pe întreaga perioadă de dezvoltare a lăstarilor, pînă în faza cînd începe răsucirea frunzelor, cînd din nou are loc creșterea energiei respiratorii.

Un fenomen asemănător se întîlnește și la tutunul atacat de mozaic: în primele 4 zile după infecție, care are loc într-o frunză de la baza plantei, se constată o creștere intensă a respirației tuturor frunzelor. După cîteva zile, cînd virusul se găsește în cantitate mare chiar și în frunzele superioare, respirația este mai puțin intensă decît la frunzele sănătoase. Scăderea intensității respiratorii în cazul virozelor este determinată, probabil, de stagnarea activității elementelor vii ale celulelor plantelor.

Cercetări mult mai amănunțite au fost întreprinse asupra respirației plantelor atacate de către bacterii și ciuperci. Eglits, studiind comportarea tuberculilor de cartof infectați artificial cu *Erwinia atro-*

septica, a constatat o creștere a energiei respiratorii, țesuturile infectate eliminînd de 2—5 ori mai mult CO_2 decît țesuturile sănătoase (fig. 13). Acest fenomen se întîlnește și la tomatele atacate de *Agrobacterium tumefaciens*.

Foarte multe cercetări se referă la acțiunea pe care o au diversele ciuperci parazite obligate asupra respirației plantelor. Astfel, Kuprevici a făcut cercetări vaste pentru determinarea intensității respiratorii la numeroase plante atacate de rugini. El constată la plantele de ovăz atacate de *Puccinia coronifera* o sporire a respirației cu 45—90%, iar la coacăzul negru atacat de *Cronartium ribicola* o sporire a respirației cu 20—50%. Kursanov a stabilit că, la pălămida atacată de *Puccinia suaveolens*, respirația crește cu 67% în stadiul de picnidii și cu 58% în stadiul de uredospori. Plantele de floarea-soarelui atacate de *Puccinia helianthi* elimină, după Iljin, în 24 de ore, pe o suprafață de 100 cm², 36 mg CO_2, în timp ce frunzele sănătoase elimină numai 24 mg CO_2.

Fig. 13. — Modificarea temperaturii țesuturilor și a intensității respirației la un tubercul de cartof în cursul infecției cu *Erwinia atrosepticа* (după Egiits).

În general, în cazul atacurilor de rugini, creșterea energiei respiratorii este mult mai ridicată în momentul formării sporilor. În ceea ce privește acțiunea paraziților obligați ectotrofi, cum sînt ciupercile din familia *Erysiphaceae*, s-a constatat că aceștia determină o sporire a intensității respirației plantei-gazdă. Studiindu-se acțiunea ciupercii *Erysiphe graminis* la grîu, s-a observat că la frunzele tinere atacate consumul de oxigen este de 7,9 mm³ pe oră la 1 cm² de suprafață, în timp ce la frunzele sănătoase este de numai 1,7 mm³. Rezultă deci că, în mediul în care se găsesc frunzele bolnave, consumul de oxigen este mai mare cu 6,2 mm³. Dacă se îndepărtează miceliul ciupercii, lucru care se poate face fără să se distrugă celulele plantei-gazdă, consumul de oxigen scade la 6,4 mm³. Aceste rezultate arată că, din creșterea anormală a consumului de oxigen (6,2 mm³), maximum 1,5 mm³ depind

de respirația ciupercii, în timp ce restul se datorește metabolismului schimbat al plantei-gazdă.

Foarte bine studiată este acțiunea pe care o au asupra respirației plantelor paraziții facultativi și saprofiții facultativi. Astfel, Schneider-Orelli constată că perele sănătoase elimină într-o oră 1,8 mg CO_2 la 100 g greutate, în timp ce perele atacate de *Monilinia fructigena* elimină 14,8 mg CO_2, ceea ce înseamnă că fructele bolnave elimină de 8 ori mai mult CO_2 decît fructele sănătoase.

Creșterea energiei respiratorii a țesuturilor infectate de către ciupercile și bacteriile fitopatogene se consideră de către unii autori că se datorește intensificării proceselor de oxidare.

Modificările schimbului hidric. Conținutul în apă al țesuturilor prezintă o deosebită importanță, deoarece el influențează procesele de fotosinteză, de respirație, de fermentație și de creștere. Perturbări ale schimbului hidric apar fie în cazurile în care se constată o creștere sau o descreștere a transpirației, fie atunci cînd are loc o modificare a absorbției radiculare sau a ascensiunii apei în plante. De regulă, perturbările menționate se datoresc fie unor cauze fizico-mecanice, fie unor cauze fiziologice.

Dintre cauzele care produc tulburări pe cale fizico-mecanică a schimbului hidric menționăm toți factorii biotici sau abiotici care vatămă funcția de protecție a elementelor superficiale ale diferitelor organe (ruperea cuticulei frunzelor, distrugerea epidermei din cauza frigului, leziuni provocate de insecte, distrugerea peridermului tuberculilor de cartof de agenți patogeni ce produc putregaiuri sau de un exces de umiditate). Toate aceste cauze duc la o creștere anormală a pierderii de apă.

Reducerea pierderii apei are ca urmare închiderea osteolelor, lenticelelor sau hidatodelor, provocată de corpurile solide din atmosferă (praf, reziduuri de la combustibil etc.) și de aparatul vegetativ al unor ciuperci ectofite (*Capnodium*). Reducerea pierderii de apă pe cale fizico-chimică are loc în cazul unor boli ale aparatului radicular sau ale sistemului vascular, la care se constată, chiar dacă nu în mod exclusiv, apariția unor obstacole în circulația sevei ascendente (formarea de tile sau gome endotraheal la infecțiile provocate de ciupercile *Graphium*, *Fusarium*, *Verticillium*, *Endothia*).

Modificarea schimbului hidric pe cale fiziologică este determinată de bolile infecțioase ai căror agenți patogeni sînt înzestrați cu substanțe toxice care au acțiunea vătămătoare asupra procesului de transpirație sau asupra circulației sevei brute. Aceste fenomene au fost cercetate în mod deosebit la ofilirea foliară a tomatelor provocată de *Fusarium lycopersici*. La această boală, la început are loc o creștere, apoi o diminuare a transpirației sub acțiunea „licomarazminei", toxină pe care o produce agentul patogen și care se răspîndește în țesuturile plantei-gazdă, modificînd, pe de o parte, puterea de reținere hidrică a plasmei

și, pe de altă parte, puterea de semipermeabilitate a straturilor periferice ale plasmei.

Ofilirea toxicologică are loc, așadar, în cazul nostru, independent de pierderea apei din țesuturile plantei, putîndu-se constata acest fenomen și într-o atmosferă saturată cu apă, unde transpirația este redusă la minimum.

Temperatura. Cercetările efectuate au arătat că temperatura țesuturilor atacate este cu totul diferită de cea a țesuturilor sănătoase. De cele mai mule ori, atacul paraziților, ca urmare a intensificării activității fermenților oxidanți și a proceselor de catabolism, determină o ridicare a temperaturii țesuturilor bolnave. Eglits, studiind modificarea temperaturii la tuberculii de cartof infectați de bacteria *Erwinia atroseptica*, a constatat o creștere foarte mare, de 35 de ori mai mare decît temperatura normală. După circa 170 de ore, cînd temperatura ajunge la punctul culminant, au loc moartea celulelor și scăderea treptată a temperaturii. Creșterea temperaturii a fost constatată nu numai în țesuturile infectate, ci și la o distanță de 2,2 cm de locul de infecție (creștere de 16 ori) și la distanța de 4,4 cm (creștere de 8 ori) (fig. 13).

O creștere a temperaturii a fost observată de către Fischer și Gäumann la tuberculii de cartof infectați de ciupercile *Phytophthora infestans* și *Fusarium solani*.

Modificări structurale (anatomo-morfologice)

De cele mai multe ori, modificările chimice și funcționale au drept rezultat apariția modificărilor structurale, care, fiindcă sînt mai evidente, mai ușor de observat, ocupă, de regulă, primul loc atunci cînd se descriu simptomele unei boli oarecare. Deoarece multe boli nu se caracterizează printr-un singur simptom, ci prin mai multe simptome, care apar succesiv în cursul evoluției bolii sau care apar concomitent pe mai multe organe, rezultă că pentru stabilirea cu precizie a cauzei bolii, pe lîngă studiul modificărilor fiziologice, trebuie cercetate și caracterele morfologice și biologice ale agentului patogen.

Hipertrofiile sau hiperpoziile. Deseori sub incitarea paraziților se produce o mărire (hipertrofie) sau o înmulțire (hiperplazie) exagerată și haotică a celulelor parenchimatice ale plantei-gazdă, provocînd apariția unor umflături (tumori) pe organele atacate. Hipertrofiile se mai numesc și gale sau cecidii [1]. După natura agentului patogen care le produc, se deosebesc: bacteriocecidii (cauzate de bacterii), micocecidii (produse de ciuperci) și zoocecidii (cauzate de animale, în special de insecte).

[1] kekis = proliferare.

Hipertrofiile se pot forma pe toate organele plantelor, ca: rădăcini, tulpini, ramuri, frunze și fructe. Astfel, ciuperca *Plasmodiophora brassicae* (fig. 14) produce hipertrofii pe rădăcinile de varză, iar *Uro-*

Fig. 14. — Hernia rădăcinilor de varză produsă de ciuperca *Plasmodiophora brassicae* (după Docea și Severin).

Fig. 15. — Tumori produse de *Agrobacterium tumefaciens* localizate în zona coletului la un puiet de măr (după Docea și Severin).

phlyctis alfalfae provoacă umflături pe rădăcinile de lucernă. Bacteria *Agrobacterium tumefaciens* produce tumori pe tulpinile și rădăcinile pomilor (fig. 15), ale viței de vie etc., iar *Cystopus candidus* cauzează hipertrofierea tulpinilor la plantele din familia *Cruciferae*. Îngroșări exagerate apar și la ramurile de ienupăr *(Juniperus sabina)* atacate de ciuperca *Gymnosporangium sabinae*. Ciuperca *Synchytrium endobioticum* cauzează tumori pe tuberculi, stoloni, tulpini și frunze de cartof, iar *Taphrina deformans* produce hipertrofierea frunzelor de piersic. La fructele de prun atacate de *Taphrina pruni* are loc hipertrofierea mezocarpului cărnos.

Unii paraziți determină, pe lîngă proliferarea locală, o creștere exagerată a unor organe, producînd modificarea dezvoltării lor. Astfel de hipertrofii (gale organoide) sînt „măturile de vrăjitoare" de la cireș, prun, brad, cauzate de *Taphrina cerasi, Taphrina insititiae* și *Melampsorella cerastii*.

Atrofiile sau *hipoplaziile*. Întotdeauna atrofiile se manifestă printr-o insuficiență și incompletă dezvoltare a plantelor sau a organelor

bolnave sau chiar prin avortarea lor. Un exemplu tipic de atrofie ni-l oferă plantele de floarea-soarelui atacate de ciuperca *Plasmopara helianthi*, care rămîn pipernicite, atingînd abia 30—40% din dezvoltarea

Fig. 16. — Plantă de fasole atacată de *Phaseolus virus 1* (după D o c e a).

plantelor sănătoase. O pipernicire generală suferă plantele de ardei în cazul cînd sînt infectate de virusul *Cucumis virus 1* și plantele de grîu atunci cînd sînt atacate de ciuperca *Tilletia contraversa*, care produce mălura pitică a grîului. Același aspect se întîlnește și în cazul fasolei atacate de virusul *Phaseolus virus 1* (fig. 16).

În unele cazuri, numai organele bolnave sînt atrofiate, pipernicite, fenomen întîlnit frecvent la lăstarii, frunzele și florile de măr atacate de ciuperca *Podosphaera leucotricha*, la piersic atunci cînd este atacat de *Sphaerotheca pannosa* var. *persicae* etc.

Uneori, atacurile paraziților produc chiar avortarea anumitor organe, cum este, de exemplu, cazul florilor de cireș atacate de *Taphrina cerasi* sau al florilor de tomate și ardei atacate de virusul *Nicotiana virus 1* sau de *Lycopersicum virus 5*.

Necrozele. Acest simptom se manifestă pe toate organele plantelor (rădăcini, tulpini, frunze, muguri, flori, fructe), prin brunificarea sau înnegrirea țesuturilor. Necrozele se datoresc alterării sau mortificării țesuturilor, provocate de atacul agenților patogeni (ciuperci, bacterii, virusuri) sau de acțiunea dăunătoare a unor factori abiotici (căldură,

lumină, agenți chimici etc.). Ele pot fi localizate, prezentîndu-se sub formă de pete (necroze locale), cazul petelor de pe frunzele de nuc produse de bacteria *Xanthomonas juglandis* sau de ciuperca *Gnomonia leptostyla*, a pătării brune a frunzelor de țelină cauzată de ciuperca *Septoria apii* sau a putregaiului amar al merelor provocat de *Colletotrichum fructigenum*. Alteori, necrozele se prezintă sub formă de dungi ce pot cuprinde organul sau planta în întregime (necroze generalizate), cazul lăstarilor de nuc atacați de bacteria *Xanthomonas juglandis*, al frunzelor și al tulpinilor de cartof și tomate puternic atacate de ciuperca *Phytophthora infestans* sau al streak-ului tomatelor produs de *Nicotiana virus 1*. Necrozele se numesc popular arsuri (arsura merilor și perilor produsă de bacteriile *Erwinia amylovora* sau *Pseudomonas syringae*, arsura nucului cauzată de *Xanthomonas juglandis* etc.).

Dintre necrozele produse de cauze neparazitare menționăm petele ruginii din pulpa tuberculilor de cartof, amăreala merelor și perelor etc.

Veștejirea (ofilirea). Veștejirea este un simptom ce se întîlnește foarte frecvent, afectînd plantele fie în întregime, fie parțial. Cauza principală a acestui simptom este insuficiența apei în plante, insuficiență care poate fi determinată fie de lipsa apei în sol, fie de dezorganizarea funcționării sistemului radicular sau de deranjarea circulației apei în plantă. Pierderea considerabilă de apă prin transpirație, dacă nu este compensată prin absorbție, duce de asemenea la ofilire. Veștejirea poate fi cauzată atît de acțiunea nefavorabilă a factorilor de mediu, cum ar fi căldurile excesive, care produc o mărire exagerată a transpirației sau o secetă prelungită — veștejire fiziologică, neparazitară —, cît și de acțiunea paraziților —, ciuperci, bacterii, antofite —, ce cauzează o veștejire parazitară sau patologică. Spre deosebire de veștejirea neparazitară, care, dacă nu depășește anumite limite, este reversibilă, veștejirea patologică este întotdeauna ireversibilă.

În timp ce unii paraziți cauzează ofilirea prin aceea că iau apa de la plante (cuscuta, lupoaia etc.), alții produc ofilirea pe altă cale, și anume se dezvoltă în vasele plantei-gazdă, pe care le astupă, împiedicînd astfel circulația normală a apei în plantă. Acest fenomen se numește tracheomicoză cînd vasele sînt astupate de miceliul unor ciuperci *(Fusarium vasinfectum, Verticillium albo-atrum, Verticillium dahliae* etc.) și tracheobacterioză cînd astuparea se datorește unor bacterii *(Erwinia tracheiphila, Pseudomonas solanacearum, Corynebacterium flaccumfaciens)*. O altă categorie de paraziți produc simptome de veștejire prin aceea că se dezvoltă pe rădăcini și produc putrezirea acestora, ca în cazul atacului ciupercilor *Plasmodiophora brassicae, Thielavia basicola* etc.

Putregaiurile. Aceste manifestări se întîlnesc foarte frecvent pe diferitele organe ale plantelor, rădăcini, tulpini, fructe etc. Ele sînt produse de către bacteriile și ciupercile parazite, care, cu ajutorul fermenților, atacă și dizolvă lamelele mijlocii și pereții celulari, dezorganizînd și transformînd astfel țesuturile vegetale într-o masă moale (de consis-

tența pastei). Putregaiurile sînt umede sau uscate, în funcție de condițiile climatice și de consistența organului atacat. De regulă, putregaiurile umede se întîlnesc în cazul organelor suculente, pe vreme umedă (putregaiul umed al rădăcinilor de morcov, produs de bacteria *Erwinia carotovora*; putregaiul umed al tuberculilor de cartof, produs de bacteria *Erwinia atroseptica*; putregaiul inimii sfeclei, produs de ciuperca *Phoma betae*; putregaiul brun al fructelor de măr, păr, prun, cireș, cais, cauzat de ciupercile *Monilinia fructigena* și *Monilinia cinerea*; putregaiul cenușiu al strugurilor, produs de ciuperca *Botrytis fuckeliana*). În cazurile în care organele atacate sînt mai puțin bogate în apă, iar umiditatea atmosferică este mai redusă, boala se termină prin putrezirea uscată a țesutului atacat (putregaiul uscat al verzei, produs de ciuperca *Phoma lingam*; putrezirea uscată a știuleților de porumb, provocată de ciuperca *Nigrospora aryzae*; putrezirea rădăcinii pomilor și a viței de vie, cauzată de ciupercile *Rosellinia necatrix* și *Armillaria mellea*; putregaiul uscat al tuberculilor de cartof, produs de ciuperca *Fusarium coeruleum*).

Fig. 17. — Spic de grîu atacat de *Ustilago tritici* (după Decea și Severin).

Distrugerea totală sau parțială a unor organe. În numeroase cazuri, atacul diverșilor agenți patogeni duce la distrugerea parțială sau totală a organelor sau a plantelor. De exemplu, ciuperca *Taphrina pruni* distruge fructele de prun, iar diversele specii ale genurilor *Peronospora* și *Plasmopara* distrug parțial sau în întregime frunzele și fructele plantelor pe care le atacă. O distrugere completă a organelor și înlocuirea lor cu o pulbere brun-negricioasă, formată din spori, se întîlnește la cerealele atacate de tăciune, provocat de diferite specii ale genului *Ustilago* (*Ustilago tritici* (fig. 17), *U. nuda*, *U. hordei* etc.) și de mălură, cauzată de specii ale genului *Tilletia*.

Uneori atacul paraziților cauzează distrugerea totală a plantelor, caz întîlnit frecvent la plăntuțele din răsadniță atunci cînd sînt contaminate de către ciuperca *Pythium de baryanum* sau de către *Botrytis cinerea*.

Deformarea organelor. Numeroși agenți patogeni produc o deformare pronunțată a organelor pe care le atacă. Astfel, frunzele de piersic sînt deformate, bășicate în urma atacului ciupercii *Taphrina deformans*, cele de fasole se prezintă încrețite și bășicate atunci cînd sînt atacate de virusul *Phaseolus virus 1*, iar cele de cartof sînt răsucite în sus de-a lungul nervurii mediane în urma atacului virusului *Solanum virus 14*.

Deformarea și răsucirea în sus a limbului frunzelor de trandafir sînt produse de ciuperca *Sphaerotheca pannosa* var. *rosae*, iar boala „frunzelor de ferigă" la tomate este provocată de atacul virusului *Cucumis virus 1*.

Decolorarea organelor. Schimbarea culorii plantelor este un fenomen care se întîlnește des în natură, fiind provocat atît de cauze neparazitare, cît și de atacul unor agenți patogeni. Întotdeauna decolorarea se datorește distrugerii sau împuținării cloroplastelor din celule și reducerii cantității de clorofilă din cloroplaste.

Uneori, decolorarea organelor verzi apare în urma reducerii intensității luminoase, caz în care este vorba de etiolare. Alteori însă, schimbarea culorii se datorește unui dezechilibru în nutriția plantei, care poate fi provocat atît de lipsa fierului, cît și de excesul de calciu (cloroza calcară a viței de vie). Fenomenul de cloroză mai poate fi determinat și de unele condiții climatice anormale, cum ar fi perioadele de temperatură scăzute și precipitații excesive, ce provoacă cloroza climatică.

Destul de numeroase sînt și cazurile în care cloroza este produsă de agenți infecțioși, în special de către virusuri. Astfel menționăm cloroza virotică a sfeclei, produsă de *Beta virus 4*, îngălbenirea vișinului, cauzată de virusul *Chlorogenus cerasi* etc. Foarte frecvent cloroza parazitară se manifestă prin pete de decolorare, ca în cazul mozaicurilor de la tutun, tomate, ardei, produse de *Nicotiana virus 1*, sau al mozaicului cartofului, cauzat de *Solanum virus 1*.

Un alt fenomen asemănător clorozei este albinismul, care constă însă în pierderea totală a pigmentului, ceea ce are ca urmare decolorarea (albirea) totală sau împestrițarea plantelor. De regulă, albinismul este provocat de cauze neparazitare.

Clorantia. Prin clorantie se înțelege fenomenul de înverzire a florilor, care apare în urma transformării cromoplastelor în cloroplaste sub influența atacului unor paraziți. Acest fenomen se întîlnește frecvent la cruciferele atacate de ciuperca *Cystopus candidus*.

Pătări. În numeroase cazuri, atacul paraziților se manifestă prin apariția pe diferite organe ale plantelor (frunze, fructe, lăstari etc.) a unor pete izolate sau confluente, de diferite dimensiuni, forme și culori. Astfel petele pot fi circulare, colțuroase, alungite, sub formă de liniuțe sau dungi, de culoare albicioasă, gălbuie, roșiatică, brună și negricioasă. Culoarea albicioasă se datorește aparatului vegetativ al ciupercilor din familia *Erysiphaceae* — cazul făinărilor sau ale fructificațiilor ciupercii (pătarea albă a frunzelor de nuc produsă de *Microstroma juglandis*). Petele brune se datoresc necrozării țesuturilor, iar cele negre sînt produse de aparatul vegetativ al ciupercilor (pătarea neagră a frunzelor de arțar produsă de ciuperca *Rhytisma acerinum*). Petele roșii își datoresc culoarea fie acumulării de antocian (pătarea și bășicarea fructelor de cais produsă de ciuperca *Corynеum beijerinckii*), fie aparatului vegetativ al ciupercii (pătarea roșie a frunzelor de prun provocată de *Polystigma rubrum*) (fig. 18).

Ciurufirea frunzelor. Acest simptom se întîlnește foarte frecvent la frunzele diferitelor specii de sîmburoase, cireș, vișin, cais, prun, piersic, atacate de ciuperca *Coryneum beijerinckii*, care produce pete circulare, galben-brun, cu marginea de culoare violacee. Într-o fază mai

avansată a bolii, țesuturile din dreptul petelor se necrozează, se despică și cad, frunza rămînînd perforată (fig. 19). La prun, cais, piersic, migdal și corcoduș, pătarea și ciuruirea frunzelor mai sînt produse de atacul bacteriei *Xanthomonas pruni*.

Fig. 18. — Pătarea roșie a frunzelor de prun produsă de *Polystigma rubrum* (după Docea și Severin).

Fig. 19. — Ciuruirea frunzelor de cireș cauzată de *Coryneum carpophilum* (după Docea și Severin).

În unele cazuri, și virusurile produc o ciuruire a frunzelor, simptom întîlnit destul de frecvent la cireș atunci cînd este atacat de virusul *Prunus virus 6 b*.

Modificarea habitusului plantei. În multe cazuri, diferitele infecții produc plantelor o schimbare a habitusului. Astfel menționăm modificările produse de unele uredinale în ceea ce privește creșterea (plantele de *Euphorbia cyparissias* au habitusul complet schimbat în urma atacului ciupercii *Aecidium euphorbiae*). Uneori, plantele din prostrate devin erecte, modificare întîlnită la *Portulaca oleracea* atunci cînd este atacată de către ciuperca *Cystopus portulacae*. Unii paraziți produc o înfrățire puternică a plantelor atacate — cazul meiului atacat de ciuperca *Sorosporium panici-miliacei* sau al grîului atacat de ciuperca *Tilletia contraversa*. În unele cazuri, și organele florale suferă modificări profunde. Astfel, la florile de tomate atacate de virusul *Lycopersicum virus 5*, sepalele sînt hipertrofiate și uneori concrescute, formînd un caliciu tubular, iar petalele sînt atrofiate și de culoare verde.

Modificări citologice

Modificările membranei celulare. Sub acțiunea diverșilor paraziți, membranele celulare suferă o serie de modificări. Astfel, unele ciuperci parazite atacă și dezorganizează membranele celulare, pătrunzînd, cu ajutorul exoenzimelor hidrolizante, fie în stratul alcătuit din substanțe pectice, fie în cel alcătuit din celuloză sau în stratul încrustat cu diverse substanțe. Cele mai frecvente cazuri sînt acelea în care agenții patogeni, ciuperci sau bacterii, atacă lamelele mijlocii ale membranelor, de natură pectică, și le dizolvă, cauzînd astfel dezagregarea țesuturilor. În acest mod acționează ciuperca *Trametes radiciperda* asupra lemnelor pe care le atacă. Într-o fază mai înaintată a atacului, această ciupercă descompune toate substanțele hidrolizabile din membrane, cum sînt celuloza și lignina. Dizolvarea stratului încrustat cu lignină se constată și în putregaiurile provocate de *Trametes pini* și *Stereum frustulosum*. În cazul putregaiurilor brune și roșii produse de ciuperca *Polyporus vaporarius* și *Merulius* sp. are loc o intensă descompunere a celulozei.

Se cunosc însă și cazuri în care modificările suferite de membranele celulelor sub influența paraziților prezintă deosebită importanță, deoarece au rolul de a apăra planta-gazdă, oprind înaintarea agentului patogen. Astfel de modificări sînt suberificarea, cutinizarea și lignificarea membranelor plantelor atacate de unele ciuperci parazite ca: *Helminthosporium, Colletotrichum* etc.

Modificările citoplasmei. În general, conținutul protoplasmatic al celulelor din țesuturile atacate este mai redus în comparație cu cel al celulelor sănătoase. Astfel de modificări sînt frecvente în cazul atacurilor produse de ciupercile parazite intercelulare. Reducerea protoplasmei se datorește acțiunii haustorilor trimiși de aceste ciuperci în celulele gazdei. Modificări mult mai profunde, care constau în consumarea parțială sau totală a protoplasmei, sînt cauzate de către ciupercile endoparazite (*Synchytrium endobioticum, Plasmodiophora brassicae* etc.).

De asemenea, sub influența unor paraziți, vacuolele și condriosomele din celule se reduc sau se fragmentează, putînd chiar să dispară. Aceste modificări au fost studiate de către Dufrénoy în frunzele de orz atacate de ciuperca *Helminthosporium* și în cele de hamei atacate de *Peronoplasmopara humuli*.

În ceea ce privește cloroplastele, s-a constatat că în multe cazuri ele se fragmentează, pierd clorofila total sau parțial, ceea ce are drept efect îngălbenirea sau clorozarea organelor verzi. Acest simptom se întîlnește la multe plante bolnave, ca, de exemplu, în cazul frunzelor

de *Euphorbia cyparisias* atacate de ciuperca *Uromyces pisi*, de *Cirsium arvense* atacate de *Puccinia suaveolens* etc. În unele cazuri, cloroplastele își păstrează clorofila, numărul lor se mărește și conțin o cantitate mai mare de clorofilă, ceea ce are ca urmare înverzirea organelor atacate, fenomen cunoscut sub numele de clorantie.

Spre deosebire de paraziții obligați, ciupercile parazite facultative, în majoritatea cazurilor, provoacă, îndată după pătrunderea în celulă, descompunerea cloroplastelor, dispariția grăuncioarelor de amidon, o creștere anormală a picăturilor de ulei și o descompunere a tuturor elementelor celulare.

Modificările nucleului. În majoritatea cazurilor, agenții patogeni acționează nefavorabil și asupra nucleului din celule. Astfel, în celulele atacate de unele ciuperci din familia *Synchytriaceae*, nucleul se mărește la început foarte mult, apoi capătă o formă neregulată (lobată). La plantele parazitate de ciuperci din familiile *Peronosporaceae*, *Ustilagineae* și *Uredineae* are loc la început o hipertrofiere a nucleului, după care urmează o micșorare treptată, o zbârcire, o atrofiere foarte pronunțată. Se cunosc și cazuri în care, în urma atacului, are loc o creștere a numărului de nuclei din celule, creștere care se face pe cale amitotică, ca în frunzele de piersic atacate de *Taphrina deformans*.

Și în cazul infecțiilor virotice nucleul suferă modificări importante, care au fost descrise de Artschwager C. și Stanett R. C. în 1936. Acești cercetători au observat că nucleii din celulele cambiale ale sfeclei de zahăr infectate de virus la început cresc, se măresc și se deformează. Mai tîrziu nucleii hipertrofiați se desfac în fragmente mici, care se păstrează sub această formă în citoplasmă.

Incluziuni celulare. În celulele infectate apar în anumite condiții niște corpuri amoeboidale, numite incluziuni celulare. Aceste incluziuni au fost constatate prima dată în 1903 de către Ivanovski. Ele sînt de două feluri: amorfe și cristaline. Incluziunile amorfe sînt vacuolizate, au o formă neregulată și dimensiuni foarte mici, de 5—30 μ. Astfel de incluziuni, numite corpusculi x, se găsesc mai frecvent în celulele epidermice și în perișori. După 2—4 săptămîni de la formarea lor, acești corpusculi își pierd caracterul amorf, cristalizîndu-se sub formă de plăci hexagonale dispuse paralel. Uneori incluziunile cristaline apar separat de cele amorfe.

REZISTENȚA PLANTELOR LA BOLI

Stabilirea unor raporturi parazitare definitive între parazit și gazdă presupune la ambii parteneri existența anumitor proprietăți ce conferă fiecăruia capacitatea de a acționa și reacționa ca premisă a stabilirii echilibrului biologic, a convietuirii, în cazul plantelor sensibile sau a

împiedicării activității parazitului în cazul celor rezistente. Prima condiție care se cere ca agentul patogen să poată parazita o plantă, să o folosească drept gazdă este existența unei afinități reciproce. Infecția se poate produce numai atunci cînd agentul patogen nimerește întîmplător pe planta-gazdă potrivită. Cînd agentul patogen reușește să pătrundă în plantă și să realizeze infecția, se spune că planta respectivă este sensibilă față de agentul patogen. Cînd agentul patogen nu reușește să infecteze planta, atunci se spune că planta este rezistentă la atacul acestuia.

Rezistența plantelor la boli este o însușire determinată de toate acele calități ale plantei-gazdă care se opun intrării și dezvoltării agentului patogen în țesuturile acesteia. Factorii pe care se bazează însușirea de rezistență sînt de natură foarte variată și pot fi împărțiți în două mari grupe: factori anatomo-morfologici și chimico-fiziologici. Unii dintre aceștia determină rezistența pasivă (statică) sau axenia, alții rezistența activă (dinamică). Rezistența pasivă (axenia) se bazează pe factori preexistenți în plantă, pe cînd cea activă pe reacțiile de protecție declanșate de pătrunderea agentului patogen. Unii dintre factorii rezistenței intră în acțiune înainte de pătrunderea parazitului în plantă și determină rezistența la pătrundere, numită și rezistența preinfecțională. Alții se manifestă după pătrunderea parazitului, în faza cînd acesta caută să stabilească raporturi parazitare cu planta-gazdă; în acest caz, reacțiile de apărare ale plantei determină rezistența la infecție. Factorii care intră în funcție după realizarea infecției determină rezistența plantei la răspîndirea (invazia) agentului patogen în țesuturile ei (rezistența postinfecțională).

Deseori în literatură sensibilitatea și rezistența apar ca două noțiuni deosebite, ca o alternativă în comportarea plantei. Acești doi termeni trebuie considerați ca exprimînd două laturi ale aceluiași proces, ele fiind, cum spune Gäumann (1951), numai două extreme ale aceleiași comportări, legate între ele printr-o gamă de trepte intermediare. Între sensibilitatea absolută (maximă) și rezistența absolută (maximă) a plantei-gazdă există un număr nedefinit de trepte intermediare, care sînt expresia gradului în care planta reacționează la parazitul respectiv în raport cu caracterul mecanismului și cu intensitatea interacțiunii dintre parazit și planta-gazdă. Între aceste două extreme, sensibilitatea sau rezistența plantei poate să crească sau să descrească cu cît comportarea plantei-gazdă se apropie sau se depărtează mai mult de una dintre cele două extreme. Atît sensibilitatea, cît și rezistența nu pot fi concepute numai ca un atribut al plantei-gazdă, independent de agentul patogen, ci ca un rezultat al relațiilor antagoniste, al interreacțiunilor dintre ele, în interdependența lor de condițiile de mediu. Ele reflectă activitatea agentului patogen de a-și crea condiții de dezvoltare în plantă și a plantei-gazdă de a împiedica sau a limita infecția.

La extremitatea rezistenței maxime este situată imunitatea, termen care se folosește pentru a exprima completa nesensibilitate a plantei

față de parazit. Acest termen este folosit însă și în alte accepții, exprimînd noțiuni diferite. Prin imunitate se înțelege uneori rezistența plantei în general, fără a lua în considerare cauzele care o produc, ambele noțiuni exprimînd deci același lucru. Alteori se face o deosebire netă între ele, în sens cantitativ, prin termenul de imunitate fiind desemnat gradul cel mai înalt al rezistenței. Unii autori folosesc acest termen pentru a caracteriza comportarea organismelor care stau în afara cercului de afinitate al parazitului, adică lipsa unui raport parazitar. G ă u m a n n (1951) consideră imunitatea ca o însușire ce caracterizează raportul parazitar în cadrul afinității. În același sens, W a r t e n b e r g (1955) definește imunitatea ca o însușire care apare în cazul acțiunii unui agent patogen ca urmare a reacției plantei-gazdă. După B r a u n (1965), termenul de imunitate ar trebui folosit pentru a desemna o imunitate pasivă, statică a plantei, pe cînd cel de rezistență pentru a defini o comportare activă, dinamică.

De regulă, imunitatea, ca rezistență absolută, apare ca urmare a unei mari rezistențe la toxine. Acest termen se folosește însă frecvent și pentru a desemna însușirea de rezistență bazată pe fenomenul de hipersensibilitate; în acest caz ea se datorește unei foarte reduse rezistențe la toxine.

B u c h n e r propune ca termenul de imunitate să fie folosit exclusiv pentru starea de imunitate dobîndită. G ă u m a n n face deosebire între imunitatea naturală și dobîndită. În primul caz, el înțelege rezistența înnăscută și specifică speciei de plantă-gazdă, care este expresia reacțiilor de apărare autonome; în al doilea caz, el înțelege imunitatea care apare ca urmare a unor reacții declanșate de o preîmbolnăvire specifică a organismului plantei. Noțiunea de premunitate introdusă în fitopatologie de Q u a n j e r (1942) se referă la cazurile cînd planta infectată în prealabil, parțial sau integral, cu un virus sau cu un parazit, nu mai este susceptibilă pentru același agent patogen sau pentru unul înrudit în cazul unei infecții ulterioare (reinfecție sau superinfecție). G ă u m a n n (1951) face deosebire între imunitatea dobîndită și premunitate, ultima fiind legată de superinfecție. Primul termen se folosește mai mult pentru micoze, al doilea pentru viroze.

În vorbirea curentă, termenul de imunitate este folosit și pentru a desemna caracterul reacțiilor de protecție — denumite și reacții de imunitate —, deși ele sînt două noțiuni diferite, sfera mai restrînsă a reacțiilor de imunitate cuprinzîndu-se în sfera mai largă a reacțiilor de protecție. Cu ajutorul reacțiilor de protecție, planta caută să restabilească echilibrul tulburat de acțiunile agentului patogen.

Pentru reacțiile de protecție normale, G ă u m a n n folosește termenul de normergic, iar pentru reacțiile intense și rapide pe cel de hipererg ic. El distinge trei categorii de reacții de protecție: reacții antiinfecțioase de protecție (sau reacții de protecție antiparazitară), reacții antitoxice de protecție și reacții care condiționează rezistența dobîndită. În primul caz, reacțiile sînt îndreptate împotriva agentului patogen cu scopul de a-l slăbi și distruge. În al doilea caz, reacțiile sînt îndreptate în primul rînd împotriva toxinelor, pe care acesta le produce, făcîndu-le inofensive (blocarea și inactivarea toxinelor). În al treilea caz, reacțiile care determină rezistența dobîndită nu sînt îndreptate direct împotriva agentului patogen sau a produselor lui de schimb, ci împotriva sensibilității organismului plantei-gazde față de agentul patogen, în scopul de a mări rezistența acesteia.

Aceste trei forme de reacții de protecție apar deseori în plantă în interdependență una de alta și acționînd simultan sau consecutiv.

Reacțiile antiinfecțioase de protecție sînt de două feluri: autonome și dobîndite. Cele autonome pot fi normergice (reacții plasmatice sau biochimice) sau hipererg ice (reacții necrogene sau abortive). În cazul celor autonome, la solurile sensibile, parazitul și gazda se împacă între ele (se suportă reciproc), comportare ce caracterizează raporturile eusimbiotice. La solurile rezistente, parazitul și gazda nu manifestă o îngăduință reciprocă, între ele existînd raporturi parabiotice. Interrelațiile parabiotice duc la moartea rapidă a celulei-gazdă și simultan sau în scurt timp la inactivarea sau pierirea agentului patogen.

Deși s-au întreprins numeroase cercetări, totuși nu cunoaștem încă toate mijloacele și mecanismele de care dispune planta pentru a împiedica infecția sau răspîndirea agenților patogeni în țesuturi. Sigur este faptul că rezistența plantei la boli poate fi determinată de un singur factor sau de o grupă de factori, aceștia rezultînd de cele mai multe ori din particularitățile histologice și chimico-fiziologice preformate sau apărute ulterior pătrunderii parazitului în plantă, ca urmare a interacțiunilor dintre agentul patogen și planta-gazdă. Între diferiții factori care determină rezistența există deseori relații strînse de interdependență, completîndu-se unul pe altul, atît cînd ei apar consecutiv, cît mai ales cînd acționează simultan.

În linii mari, factorii materiali ai rezistenței plantelor la boli pot fi grupați în două mari grupe: factori care determină rezistența naturală (înnăscută, nativă) și factori care determină rezistența dobîndită (indusă). Rezistența înnăscută este aceea care are un rol predominant și prezintă o importanță practică deosebită, pe ea bazîndu-se principalele forme de rezistență a plantelor întîlnite în natură.

Rezistența naturală a plantelor la boli

Rezistența naturală la boli este de două feluri: pasivă (statică) și activă (dinamică). Rezistența pasivă sau axenia se bazează pe acele particularități histologice și chimico-fiziologice preexistente în plantă care conferă plantei protecție împotriva agenților patogeni înainte ca aceștia să realizeze infecția (rezistența preinfecțională, pseudoimunita-

tea). Factorii rezistenţei pasive au deci un caracter profilactic, nespecific ; ei apără planta împotriva oricărui parazit care vrea să o folosească ca gazdă.

Rezistenţa activă se bazează pe totalitatea reacţiilor de apărare histologice şi chimico-fiziologice care nu preexistau infecţiei, ci apar după pătrunderea agentului patogen ca urmare a reacţiunii de apărare a plantei.

Pe cînd rezistenţa pasivă este condiţionată de particularităţile structurale, care ele însele se transmit ereditar, rezistenţa activă este determinată de factori care apar numai în momentul şi ca urmare a atacului parazitului şi care nu se moştenesc ; ceea ce se moşteneşte în acest caz este numai capacitatea de a reacţiona la acţiunile parazitului. Factorii axeniei sînt nespecifici, fiind îndreptaţi direct asupra agentului patogen, care provoacă aceste reacţii.

Rezistenţa bazată pe mijloacele proprii de apărare ale plantei a fost numită şi rezistentă adevărată (genotipică) pentru a o deosebi de celălalt tip de rezistenţă pentru care se foloseşte denumirea de rezistenţă aparentă (fenotipică). Aceasta din urmă caracterizează, de regulă, unele soiuri, sensibile de la natură, care în anumite împrejurări nu sînt atacate de o anumită boală. În urma intervenţiei acestor factori, plantele devin inaccesibile agentului patogen, care este ţinut la distanţă sau este făcut inofensiv înainte de a intra în plantă.

Factorii materiali ai rezistenţei naturale ar trebui prezentaţi dialectic — aşa cum ei sînt înlănţuiţi în natură — în interdependenţa şi succesiunea lor intimă şi logică, pentru a putea urmări şi înţelege bine rolul lor. Nici unul dintre modurile artificiale de tratare folosite pînă acum nu poate reda fidel şi unitar desfăşurarea naturală a proceselor patologice care duc la apariţia rezistenţei. Un mod de tratare care să satisfacă această condiţie nu se poate imagina la nivelul cunoştinţelor actuale, deoarece rezistenţa este rezultatul unui proces complex, în care factorii determinanţi sînt în continuă mişcare sub raport cantitativ şi calitativ, interferînd, interacţionînd şi condiţionîndu-se reciproc.

De aceea în literatura de specialitate se obişnuieşte tratarea separată, în timp şi spaţiu, a factorilor rezistenţei, rupţi de legăturile lor strînse de cauzalitate şi întrepătrundere, grupîndu-i fie după caracterul pasiv (static) sau activ (dinamic) al rezistenţei pe care o condiţionează, fie după natura lor histologică sau chimico-fiziologică.

Desigur că nici metoda pe care o folosim în mod convenţional în cele ce urmează de a grupa factorii rezistenţei naturale nu după natura şi caracterul acţiunii lor, ci după fazele patogenezei în care ei acţionează nu elimină dificultăţile tratării artificiale ; şi în acest caz intervine imposibilitatea de a delimita totdeauna precis factorii care acţionează şi categoriile de rezistenţă ce caracterizează etapele principale ale patogenezei.

Factorii care determină rezistenţa (aparentă) la atacul agenţilor patogeni

Factorii care determină acest tip de rezistenţă sînt de natură foarte diferită (ecologică, fiziologică, chimică) şi acţionează în diferite moduri, determinînd nerealizarea la timp a sporogenezei sau împiedicînd venirea parazitului în contact intim cu organele sensibile ale plantei ; dacă aceste condiţii s-au realizat, parazitul poate fi distrus sau i se creează condiţii improprii pentru a-şi desăvîrşi pregătirile în vederea pătrunderii în plantă. Acest tip de rezistenţă este legat de ritmul de vegetaţie, de forma de creştere (habitusul) şi de alte particularităţi ale plantei-gazdă (modul de înflorire, ritmul de deschidere a stomatelor, de perozitatea şi acoperirea cu ceară a frunzelor etc.), de perioada de creştere şi înmulţire a agentului patogen etc. Spre deosebire de rezistenţa adevărată (genotipică), rezistenţa aparentă este supusă unor oscilaţii foarte mari, de la o regiune la alta şi de la un an la altul, în funcţie de condiţiile mediului extern.

Ritmul de dezvoltare a parazitului în raport cu acela a plantei-gazdă. Uneori se întîmplă că din cauza întîrzierii dezvoltării parazitului sau a plantei-gazdă se produce o decalare între faza de sensibilitate a plantei şi faza de infecţiozitate a agentului patogen, din care cauză infecţia nu se produce şi planta, deşi sensibilă de la natură, nu este atacată. Un exemplu clasic în această privinţă îl constituie mana cartofului. S-a stabilit în general că în dezvoltarea sa ontogenetică planta de cartof prezintă două stadii de sensibilitate (receptivitate) la atacul manei — una în tinereţe şi a doua după înflorire. Toate cauzele care modifică ritmul de vegetaţie al plantelor şi determină deplasarea perioadei de mare receptivitate înainte de producerea infecţiilor masive cu mană acţionează ca factori ai rezistenţei aparente. S-a constatat, de exemplu, că iarovizarea cartofului, producînd o decalare cu circa două săptămîni a celor două faze critice ale dezvoltării gazdei şi a parazitului, poate fi hotărîtoare pentru evitarea unui atac puternic, fără ca receptivitatea plantei să sufere vreo modificare la vîrsta respectivă.

Un alt exemplu este rugina neagră a grîului ; atacul acestei boli este favorizat de temperaturile ridicate. Dacă la apariţia căldurilor, care favorizează sporogeneza ciupercii, soiul de grîu se găseşte într-un moment mai avansat al perioadei de coacere (soiuri precoce), epidemia de rugină nu poate să ia o amploare mare, şi pierderile produse de rugină sînt reduse.

Data şi adîncimea semănatului pot determina de asemenea o rezistenţă aparentă. Semănatul mai timpuriu al porumbului într-un teren contaminat cu sporii ciupercii *Sorosporium holci sorghi* face ca plantele de porumb să scape de infecţie, deoarece în condiţii de temperatură scăzute ciuperca se dezvoltă mai încet şi nu mai poate infecta tinerele plante care au trecut de faza de sensibilitate (Rădulescu şi colab., 1960). De asemenea, un semănat mai adînc al grîului, într-un teren infestat cu sporii *Tilletia contraversa*, este corelat cu o infecţie foarte slabă a

grîului cu această ciupercă, care pentru a germina are nevoie de mai multă lumină şi aer.

Ca o manifestare a rezistenţei aparente pot fi considerate şi cazurile în care, prin aplicarea anumitor metode de tăiere a pomilor şi arbuştilor fructiferi, se produce o modificare a dinamicii de dezvoltare a plantei (o modificare a vitalităţii frunzelor şi a lăstarilor, a epocilor şi a ritmului de înflorire şi maturizare a fructelor etc.), care poate avea repercusiuni şi asupra predispoziţiei plantelor pentru boli. Dunin (1951) citează rezultatele experimentale obţinute de M. I. Dementieva, care prin tăierea caişilor după metoda lui Şitt a preîntîmpinat infecţia cu moniliozâ.

Modul de înflorire. Rezistenţa aparentă a plantelor-gazdă faţă de acei agenţi patogeni care produc infecţii florale poate fi determinată şi de modul de înflorire. O deschidere îngustă a plevilor şi pe o durată redusă de timp, în perioada înfloritului, este legată la unele cereale şi alte graminee de un atac foarte redus al ciupercilor *Ustilago nuda* (la orz), *U. tritici* (la grîu), *U. avenae* (la ovăz), *Claviceps purpurea* (la secară şi alte cereale), *Helminthosporium gramineum* (la orz) etc. Modul de deschidere a florilor este un caracter de soi, dar el poate să varieze mult în funcţie de o serie de factori: densitatea lanului, umiditatea, temperatura etc.; cînd aceste condiţii determină o înflorire deschisă şi de lungă durată a florilor (temperaturi scăzute, umiditate mare, densitate mică a lanului, etc.), cerealele respective sînt puternic infectate de ciupercile amintite, rezistenţa aparentă nu se mai manifestă.

Ritmul de deschidere a stomatelor. S-a constatat de asemenea că există o legătură şi între deschiderea stomatelor şi rezistenţa plantelor la unele boli. Studiind cauzele rezistenţei unor soiuri de grîu la rugina neagră (produsă de ciuperca *Puccinia graminis tritici*), Helen Hart (1929) constată că la unele soiuri stomatele se deschid dimineaţa mai tîrziu, după ce roua s-a evaporat; în acest caz filamentele germinative ale sporilor, care de obicei nu pot pătrunde în frunză prin stomatele închise, se usucă sub acţiunea razelor solare, şi infecţia nu se mai produce. Acest tip de rezistenţă a fost numit „rezistenţă funcţională".

În cazul ruginii brune a grîului, produsă de ciuperca *Puccinia triticina*, stomatele închise nu constituie însă o barieră eficientă; după cum au constatat Caldwell şi Stone (1931), în acest caz, în momentul cînd se formează apresoriile, stomatele reacţionează prin închiderea lor, astfel că ciuperca nu pătrunde niciodată prin stomatele deschise.

Nici ciuperca *Cercospora beticola* nu poate pătrunde în frunzele sfeclei de zahăr prin stomatele închise. De aceea prezenţa stomatelor deschise sînt o condiţie esenţială pentru producerea infecţiei. Frunzele bătrîne sînt mai puţin atacate, deoarece la ele stomatele sînt mai puţin deschise (Poll şi McKay, 1956).

Forma de creştere a plantelor. Habitusul plantelor poate determina apariţia unei rezistenţe aparente la plante faţă de atacul agenţilor patogeni. În aceste cazuri, atacul plantelor poate fi modificat sub influenţa condiţiilor microclimatice. În cazul infecţiei plantelor de fasole cu ciupercile *Colletotrichum lindemuthianum, Uromyces appendiculatus* şi cu bacteriile *Xanthomonas phaseoli* şi *Pseudomonas phaseolicola* s-a observat frecvent că soiurile de fasole cu tufa răsfirată, cu portul înalt (fasolea urcătoare), cu frunzele şi păstăile expuse mai mult aerisirii sînt mai puţin atacate decît soiurile cu tufa deasă, pitice, care-şi dezvoltă frunzele şi păstăile pe un spaţiu restrîns, aproape de sol, într-o atmosferă mai umedă (Rădulescu şi colab., 1959). De asemenea, soiurile de cartof cu tufă răsfirată şi mai înaltă sînt atacate, în aceleaşi condiţii de sol şi climă, mai rar şi mai puţin intens de *Phytophthora infestans* decît soiurile cu frunzişul adunat sub formă de tufă deasă. De asemenea a fost observat faptul că plantele de salată cu portul înalt sînt mai puţin expuse infecţiilor de la sol decît cele mai scunde.

În ce priveşte modul în care tăierile la arbori influenţează atacul agenţilor patogeni, Gäumann (1951) consideră că prin această operaţie se înlătură una dintre cele mai importante condiţii pentru producerea infecţiei, realizarea în spaţiul coroanei arborilor a unui microclimat umed. Prin operaţiile de tăiere se realizează o bună aerisire a coroanei, o reducere a umidităţii şi deci o micşorare corespunzătoare a posibilităţilor de infecţie.

Perozitatea frunzelor. În unele cazuri, prezenţa perozităţii pe frunze a fost pusă în legătură cu rezistenţa plantelor la boli. S-a considerat că perozitatea frunzelor împiedică aderarea apei de frunzele plantei şi prin aceasta îngreunează dezvoltarea agenţilor patogeni (bacterii şi ciuperci) în prima fază premergătoare infecţiei.

Stratul de ceară. Stratul de ceară care acoperă epiderma (la frunzele tinere ale unor cereale, la fructele genului *Prunus* etc.) poate fi o cauză a apariţiei rezistenţei la boli prin aceea că el împiedică în mare măsură aderarea apei la suprafaţa frunzelor şi a fructelor şi deci realizarea condiţiilor de umiditate necesare înmulţirii bacteriilor şi germinării sporilor ciupercilor parazite. Eficienţa acestui înveliş în prevenirea pătrunderii agenţilor patogeni a fost observată numai în unele cazuri, în altele prezenţa stratului de ceară nu a împiedicat infecţia.

Substanţele chimice difuzibile din plante ca factor al rezistenţei aparente. În cercetările asupra cauzelor rezistenţei plantelor la boli au fost puse în evidenţă unele substanţe toxice sau cu acţiune inhibitoare pentru agenţii patogeni ce se găsesc în imediata apropiere a plantelor-gazdă sau în contact direct cu acestea. Astfel de substanţe, care difuzează din ţesuturile plantelor la exterior (prin exosmoză) şi care se găsesc dizolvate în apa de pe suprafaţa frunzelor sau din rizosfera plantelor-gazdă, împiedică parazitul de a se apropia de locul pe unde ar putea să pătrundă în plantă pentru a declanşa infecţia. Ele conferă deci plantelor o protecţie înainte ca agentul patogen să iniţieze acţiunea lui dăunătoare.

Walker (1923), Walker și colab. (1925, 1929, 1955), Andgell și colab. (1937), Link și colab. (1929), Ramsey și colab. (1946), studiind bazele biochimice ale rezistenței bulbilor de ceapă *(Allium cepa)* la atacul ciupercii *Colletotrichum circinans* (care produce antracnoza cepei), constată că soiurile de ceapă cu foile exterioare pigmentate (cafenii) sînt, de obicei, rezistente la atacul acestei ciuperci, pe cînd cepele cu foile incolore sînt sensibile. Pentru a explica acest fenomen, au fost așezate pe foile de ceapă colorate și necolorate picături de apă în care existau conidiile ciupercii și s-a constatat că germinația acestora a fost împiedicată pe foile colorate, pe cînd pe cele nepigmentate conidiile au germinat normal. S-a stabilit apoi că rezistența cepelor colorate depinde de o substanță toxică, difuzibilă, care se găsește în foile exterioare pigmentate și care lipsește din foile exterioare necolorate. Din foile exterioare colorate ale bulbilor au fost obținute extracte apoase, prin concentrarea cărora s-a izolat sub formă de cristale o substanță foarte activă din grupa fenolilor, acidul pirocatechic, care s-a constatat că are o acțiune inhibitoare asupra ciupercii; atunci cînd această substanță difuzează la exterior conferă bulbilor de ceapă colorați o protecție împotriva pătrunderii ciupercii parazite. S-a constatat de asemenea că foile colorate nu devin toxice pentru ciupercă decît după ce mor (se usucă); această constatare a arătat că toxicitatea nu poate fi atribuită pigmentului, ci unei componente incolore, care este eliberată numai după moartea foilor.

Substanța inhibitoare din foile colorate prezintă o oarecare specificitate; ea acționează inhibitor pentru anumite ciuperci (*Colletotrichum circinans*, Diplodia natalensis) și este inofensivă pentru altele (*Fusarium* spp., *Aspergillus niger* etc.).

S-a constatat de asemenea că exudatele rădăcinilor unor plante pot juca un rol însemnat în apariția rezistenței la boli. Rezistența plantelor este determinată de acțiunea toxică, directă a acestor substanțe care difuzează din rădăcini în sol și inhibă dezvoltarea unor paraziți, stimulînd în același timp dezvoltarea unor antagoniști ai lor (Timonin, 1940, 1941). Pentru a se cunoaște cauzele rezistenței unor soiuri de in la atacul ciupercii *Fusarium oxysporum f. lini*, au fost testate în culturi de agar excrețiile rădăcinilor plantelor de in cultivate în soluții sterile, în ce privește acțiunea lor inhibitoare asupra unor agenți patogeni ce se găsesc în sol, în rizosfera plantelor de in. În aceste experiențe s-a constatat că preparatele obținute de la plantele rezistente au o toxicitate mai mare pentru ciuperca *Fusarium oxysporum f. lini*, pe cînd ciuperca *Trichoderma lignorum* (un antagonist al ciupercii *F. oxysporum*) s-a dezvoltat mai bine în difuzatele obținute din plantele de in rezistente decît în cele de la plantele de in sensibile. S-a constatat că difuzatele obținute de la soiurile rezistente conțin cantități apreciabile de HCN (80 ppm), care acționează toxic asupra ciupercii *F. oxysporum*.

S-a găsit de asemenea un raport pozitiv între rezistența la atacul ciupercii *Fusarium oxysporum f. pisi* și acțiunea inhibitoare a difuzatelor din rădăcini, asupra germinării sporilor acestei ciuperci (Buxton, 1957).

S-a observat că și organele aeriene ale plantelor excretă cantități uneori considerabile de substanțe dizolvate, care exercită un puternic efect inhibitor asupra germinației sporilor și creșterii unor paraziți care ar putea intra în plantă prin aceste organe. Secrețiile epidermice au loc prin glande sau direct prin cuticulă, ca rezultat al exosmozei.

S-a constatat, de exemplu, că în special atunci cînd perioadele de transpirație intensă alternează cu cele de ploi sau rouă puternică, prin plantă pot trece cantități foarte mari de săruri care ies la suprafața frunzei (Lausberg, 1935).

Diferiți autori (Martin și colab., 1957; Kovaks, 1955; Topps și Wain, 1957) au obținut, prin spălare rapidă cu apă curată a suprafețelor frunzelor multor plante, soluții apoase care au inhibat germinația sporilor. Kovaks găsește o corelație strînsă între prezența inhibitorilor difuzibili de pe frunzele de sfeclă sănătoase și rezistența aparentă a soiurilor respective la atacul de cercosporioză. În apa în care s-au spălat frunzele sau în roua de pe frunzele de sfeclă rezistente germinează mai puțini spori de *Cercospora beticola* decît în cazul soiurilor sensibile. Substanțele difuzibile din soiurile rezistente inhibă și creșterea tuburilor germinative, care sînt astfel împiedicate să ajungă pînă la stomate și să producă infecția.

Ceara extrasă de pe frunzele unor soiuri de meri rezistenți la făinare (*Podosphaera leucotricha*) și depusă apoi pe alte frunze, care au fost ulterior inoculate cu conidii, a inhibat germinația conidiilor (Martin și colab., 1957). Fracțiunea acidă a cerii solubile în eter de pe frunze s-a constatat că împiedică germinația conidiilor de *Podosphaera* cînd acestea au fost puse pe frunzele de măr.

Apa care se găsește în sol, în rizosfera plantelor-gazdă, ca și aceea care umezește frunzele acestora, constituie pentru bacterii, într-o măsură mai mare decît pentru ciuperci, mediul de dezvoltare inițială. De aceea exosmoza sau difuzarea la exterior a substanțelor din țesuturile plantei poate fi în unele cazuri un factor important al rezistenței aparente a plantelor la atacul bacteriilor fitopatogene. S-a observat, de exemplu, că bacteria *Xanthomonas malvacearum* se înmulțește mai întîi în apa ce umezește suprafața frunzelor înainte de a trece la viața parazitară. Prin metoda spălării frunzelor a fost stabilită o corelație între rezistența unor soiuri de bumbac și prezența la suprafața frunzelor a substanțelor difuzibile din plantă (Suhorukov, 1940).

În general, cercetările efectuate pînă în prezent nu au furnizat încă dovezi suficiente pentru a putea diferenția soiurile rezistente de cele sensibile pe baza metaboliților difuzibili în mediul înconjurător.

Factorii care determină rezistenţa la pătrunderea în plantă a agenţilor patogeni

Sub denumirea de rezistenţa plantei la pătrunderea agentului patogen se înţeleg toate acele mecanisme şi proprietăţi ale acesteia care constituie un obstacol pentru pătrunderea parazitului ; ele devin evidente din momentul cînd agentul patogen la primul contact direct şi strîns cu planta şi cînd iniţiază primele încercări de a trece de barierele naturale de apărare ale acesteia, pentru a se putea dezvolta în ţesuturi.

Învelişurile externe ale plantei servesc atît la micşorarea transpiraţiei plantei, cît şi la apărarea ei împotriva acţiunii dăunătoare a unor factori externi, inclusiv împotriva infecţiilor produse de agenţii patogeni. Principalele formaţii periferice care pot constitui obstacole în calea pătrunderii agentului patogen în plantă sînt : stratul de cutină (cuticula), particularităţile epidermei, structura orificiilor naturale (stomate, hidatode, lenticele), stratul de suber (peridermul) etc.

Cuticula. Pentru paraziţii care pătrund în plantă prin perforarea mecanică a ţesuturilor exterioare de protecţie, cuticula constituie prima barieră în calea realizării acestui proces. De aceea prezenţa şi grosimea stratului de cutină de pe suprafaţa organelor plantei pot juca în unele cazuri un rol direct, ca factor al rezistenţei mecanice, împiedicînd pătrunderea paraziţilor în ţesuturile plantei. Frunzele unor specii de *Berberis*, (*B. thunbergii*) sînt rezistente la infecţia cu ciuperca *Puccinia graminis* datorită faptului că ele posedă o cuticulă mai groasă (şi celulele epidermice au peretele exterior mai gros) decît soiurile sensibile, pe care filamentele germinative ale basidiosporilor acestei ciuperci nu sînt capabile să o străbată. S-a observat de asemenea că rezistenţa unor soiuri de mazăre faţă de *Ascochyta pisi* se bazează pe o cuticulă mai bine dezvoltată în regiunea de la baza tulpinii unde se produce infecţia.

În măsura în care grosimea cuticulei creşte cu vîrsta organului sau a plantei, în aceeaşi măsură creşte şi rezistenţa acestui organ la infecţia cu boala respectivă. Aşa, de exemplu, la orz, frunzele bătrîne sînt mai rezistente la atacul făinării decît cele tinere, avînd o cuticulă mult mai groasă (2,5—5 μ la cele bătrîne, rezistente, şi 0,4—1,5 μ la cele tinere, sensibile).

Cuticula joacă un rol important şi în protecţia fructelor faţă de infecţia cu diferite ciuperci parazite şi în mod deosebit a fructelor care se apropie de maturitate ; în acest caz, micşorarea rezistenţei interne la atac, care scade foarte mult în procesul de maturare a fructelor, este compensată prin îngroşarea progresivă a cuticulei, care oferă o protecţie din ce în ce mai eficientă la pătrunderea agenţilor patogeni. În acest mod a fost explicată rezistenţa fructelor de tomate la atacul ciupercii *Macrosporium tomato* şi a fructelor de prun la atacul ciupercii *Monilinia laxa*.

Structura celulelor epidermice. Grosimea şi duritatea (lignificarea) pereţilor celulelor epidermice pot determina în unele cazuri o rezistenţă

pasivă la pătrunderea agenţilor patogeni. Torigata (1957) constată o concordanţă între rezistenţa frunzelor mature a unor varietăţi ale părului japonez la *Alternaria kikuchiana* şi grosimea şi duritatea mai mare a pereţilor celulelor epidermice la aceste varietăţi.

Încrustarea membranelor celulare a ţesuturilor exterioare de protecţie cu diferite substanţe (lignină şi silice) le conferă acestora o rezistenţă mai mare la pătrunderea agenţilor patogeni.

Lignificarea pereţilor celulelor constituie un obstacol important mai ales pentru acele ciuperci care nu secretă ligninază (ciupercile care produc ruginile cerealelor). Faptul că ciuperca *Piricularia oryzae* pătrunde mai uşor şi mai frecvent prin celulele stomatelor se explică prin aceea că lignificarea pereţilor exteriori ai acestora se produce mai încet şi mai tîrziu (Yoshii, 1936 ; Hashioka, 1950 ; Suski şi colab., 1953).

Depunerile de acid silicic în frunze pot constitui o barieră în calea pătrunderii unor agenţi patogeni. La soiurile de orez rezistente la atacul ciupercii *Piricularia oryzae* (Yoshii, 1936) a fost pusă în evidenţă pe măsură ce frunzele se maturează o depunere crescîndă a acidului silicic pe pereţii lignocelulozici ai celulelor epidermice, corelată cu creşterea rezistenţei. Rezistenţa plantelor de secară mai avansate în vegetaţie la atacul ciupercii *Fusarium nivale* este determinată de conţinutul mai ridicat în celuloză şi acid silicic al acestora.

Structura stomatelor. Structura stomatelor joacă un rol mai puţin important în pătrunderea agenţilor patogeni, cu excepţia bacteriilor fitopatogene, care nu pot intra în frunzele intacte decît prin stomate şi alte orificii naturale. Astfel Mc Lean (1921) crede că rezistenţa la pătrunderea bacteriei *Pseudomonas citri* a unor specii de *Citrus*, cum este *C. nobilis* var. *Szinkum* (mandarinul), este în legătură cu structura stomatelor. Stomatele acestei specii sînt asemănătoare în ce priveşte dimensiunile cu acelea ale speciilor sensibile, de exemplu *Citrus grandis* (grapefruit), însă ele se deosebesc prin mărimea deschiderii. La specia rezistentă, pereţii exteriori ai celulelor stomatice sînt groşi şi prezintă excrescenţe speciale sau ramuri mai dezvoltate ca la cele sensibile, astfel că intrarea în camera substomatică (osteola) este foarte îngustă, alungită, pe cînd la cea sensibilă deschiderea este mare, ovală. În primul caz, picăturile de apă (de ploaie sau rouă) împreună cu bacteriile din ele nu pot intra sau intră mai greu în stomate, pe cînd în cazul al doilea picăturile infecţioase pătrund mult mai uşor.

Structura lenticelelor. Aoki (1941, 1945) a constatat că lenticelele duzilor sănătoşi conţin micelilile a numeroase ciuperci, dintre care mai periculoase sînt *Diaporthe nomurai*, care produce în regiunile muntoase arsura dudului, şi *Gibberella lateritium*, care cauzează veştejirea mugurilor.

Componenţa ciupercilor ce invadează mugurii variază de la un soi la altul în funcţie de structura lenticelelor. În general, cele cu structura mai simplă conţin mai multe ciuperci decît cele de tip închis. Din len-

ticelele soiurilor rezistente s-a izolat un număr mare de ciuperci, însă numai puține pot pătrunde prin cambiul suberului, pe cînd la soiurile sensibile s-au izolat un număr mai mic de ciuperci, din care o mare parte pătrund prin cambiul suberos al lenticelelor.

În condiții normale, cînd plantele se dezvoltă viguros, ciupercile din lenticele nu sînt capabile să infecteze plantele prin cambiul suberos; în condiții nefavorabile (în iernile cu multă zăpadă), ciupercile realizează infecția trecînd prin straturile suberoase ale lenticelelor slăbite.

Prezența stratului de suber. Fiind lipsit de spații intercelulare, mai rezistent la acțiunea enzimelor secretate de unele organisme patogene, suberul este un țesut de protecție important, prin care cu greu pătrund paraziții. Suberul din peridermul suberificat al scoarței rădăcinilor și tuberculilor este un țesut care, în anumite împrejurări, împiedică în mod pasiv pătrunderea paraziților în țesuturile plantei. Rezistența unor soiuri de cartof la infecția cu *Streptomyces scabies* se bazează pe faptul că la acestea în rănile de pe tuberculi se formează mult mai repede stratul cicatricial de suber care împiedică pătrunderea parazitului.

Suberul preformat se găsește în constituția țesuturilor periferice ale tulpinii (în ritidomul tulpinii arborilor), cît și în interior, la limita dintre scoarță și cilindrul central (endodermul). În multe cazuri s-a constatat că, cu cît stratul de suber este mai gros, cu atît rezistența organului respectiv este mai accentuată. Un exemplu îl oferă trunchiurile și ramurile bătrîne ale copacilor, care, datorită ritidomului mai gros, sînt mai greu atacate de paraziți decît ramurile mai tinere.

Rezistența mai mare a tuberculilor unor soiuri de cartof la pătrunderea ciupercii *Spongospora subterranea* este determinată de peridermul mai gros pe care îl au tuberculii acestora în raport cu al celor sensibile.

Umflarea membranei celulare. Înainte de infecție (sau după aceea), ca urmare a contactului hifelor cu pereții celulelor, se produce o umflare a acestora. O astfel de umflare a pereților celulari a fost observată de Yoshii (1948) la infectarea frunzelor de tomate de către tubul germinativ al conidiilor de *Piricularia oryzae*. La început hifele formează apresori care aderă strîns de membrana celulelor epidermice; acestea reacționează prin îngroșare în locul de contact cu apresoriul; această îngroșare, care prezintă o reacție de tipul ligninei, opune rezistență la perforarea peretelui celulei.

Calozități. La unele plante-gazdă (*Lactuca, Dahlia, Chrysanthemum, Taraxacum* etc.), callusul format pe membranele epidermice împiedică, de regulă, pătrunderea și infecția unor ciuperci cum este, de exemplu, *Olpidium brassicae*. În unele cazuri cînd hifele pătrund în celulă, pe membrana interioară, opusă punctului de intrare, se formează o protuberanță (o teacă tubulară) care se alungește și se îndreaptă direct spre hifele care înaintează în celulă (fig. 20). Acest fenomen a mai fost observat în cazul infecțiilor produse de unele *Erysiphaceae, Peronosporaceae* și *Uredineae*. Reacții asemănătoare au putut fi provocate și prin înțeparea artificială a pereților celulelor epidermice (fig. 21).

Aceste teci sau calozități sînt compuse uneori din celuloză, alteori din caloză.

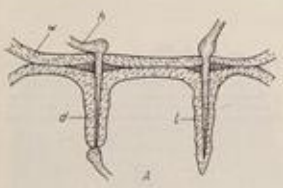


Fig. 20. — A. Străpungerea pereților celulei de către hifele care pătrund țesile de lignină ce se formează în jurul acestora. B. Modul de infecție și formarea calozității în celulele de *Juncus effusus* invadate de *Leptosphaeria juncina* (după Ikata și Yoshida).

d, teaca de lignină prin care a trecut hifa; *h*, hifa; *l*, teaca de lignină prin care hifa nu a trecut; *w*, peretele celulei (după Pelloux).

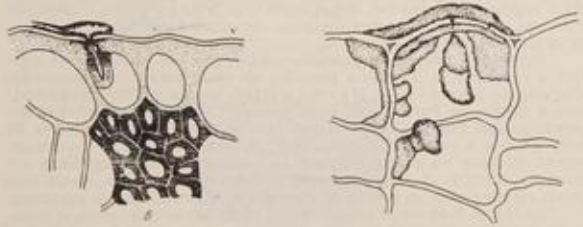


Fig. 21. — Calozități produse pe peretele celulei epidermice a tulpinii cartofului dulce prin înțeparea cu acul (după Ito).

Factorii care determină rezistența pasivă și activă a plantei la invadarea țesuturilor de către parazit

După producerea infecției, înaintarea și răspîndirea agentului patogen în plantă pot fi oprite de o serie de factori preexistenți infecției, de natură histologică sau chimico-fiziologică (factori ai rezistenței pasive preinfecțioase) sau de reacțiile de apărare, activă, antiinfecțioasă, histogenă și biochimică, care sînt declanșate după realizarea infecției (factori ai rezistenței active postinfecționale).

Particularitățile histologice (preexistente) ale plantelor ca factori ai rezistenței pasive

În unele cazuri, înaintarea agentului patogen în țesutul plantei este oprită sau încetinită de anumite particularități histologice ale

plantei-gazdă, care pot caracteriza numai anumite țesuturi mecanice de baraj sau pot fi distribuite în toate țesuturile gazdei.

În cazul atacului orezului de către ciuperca *Entyloma oryzae*, dezvoltarea miceliului ciupercii intrat în plantă se limitează la spațiul dintre

Fig. 22. — Secțiune transversală prin frunzele plantelor de orez.

l, peretele lignificat al celulelor; *s*, stratul de nevitină; *c*, stratul de depuneri a acidului silicic; *v*, peretele celular secretor cu o slabă depunere de acid silicic (după Yoshii).

două nervuri ale frunzelor, simptomele bolii avînd o formă liniară. În acest caz, țesuturile mecanice limitează dezvoltarea parazitului și determină forma și mărimea petelor.

Îngroșarea puternică a pereților celulari poate de asemenea să confere o rezistență la invadarea țesutului de către parazit. În cercetările efectuate de Howkins și Harwey (1919) asupra modului de pătrundere a hifelor de *Pythium de baryanum* prin straturile superficiale ale parenchimului tuberculilor de cartof, care se face prin străpungerea în mod mecanic a celulelor, s-a constatat că, în cazul soiurilor rezistente, pereții celulelor nu pot fi străpunși de ciupercă datorită îngroșării lor puternice. Soiurile de cartof prezintă o rezistență diferită la atacul ciupercii, corespunzător cu rezistența diferită a pereților celulari la perforare.

Lilly și Barnett (1951) citează ca factor al rezistenței la invadarea țesutului de către paraziți, creșterea conținutului în celuloză a pereților celulari din profunzimea parenchimului ca urmare a grăbirii maturizării țesutului gazdei. Această rezistență s-ar manifesta, în cazul cerealelor, față de atacul unor specii de *Ustilago* cu infecție germinală. Ciuperca intrată în tînăra plantulă prin germenul abia apărut trebuie să ajungă cît mai repede la punctul de creștere al gazdei — în primordiile spicului; orice factor care favorizează creșterea lentă a plantei și întîrzie maturizarea plantelor favorizează atacul ciupercii. În cazul invers, cînd planta crește repede, țesuturile mature ajung să înconjoare țesutul infectat și ciuperca nu poate pătrunde mai departe.

În cercetările noastre (Rădulescu, 1956), în care prin anumite intervenții s-a încetinit sau accelerat creșterea plantei, nu a putut fi verificată această ipoteză pentru infecțiile cu *Tilletia foetida*.

S-a constatat de asemenea o corelație între prezența și dezvoltarea țesuturilor lignificate și rezistența mecanică a plantelor la invazia paraziților. Astfel pătrunderea ciupercii *Piricularia oryzae* este condiționată de lignificarea slabă a pereților celulelor motor (fig. 22). Se știe de

asemenea că miceliul ciupercilor care produc ruginile cerealelor este capabil să se răspîndească în tulpinile plantelor numai în țesuturile care conțin clorofilă — în parenchim și în colenchim —, nu însă și în scle-

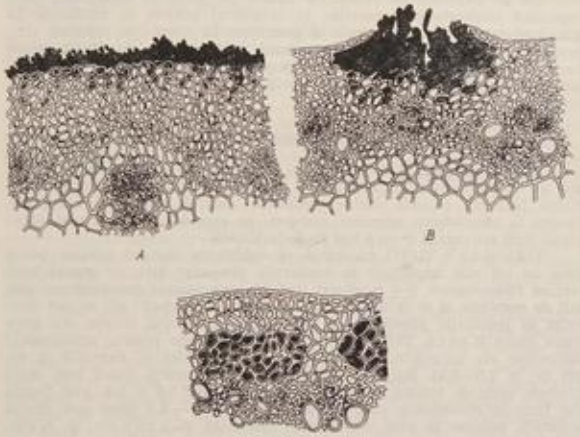


Fig. 23. — Dezvoltarea ciupercii *Puccinia graminis* în tulpinile de grîu în raport cu dezvoltarea și repartizarea sclerenchimului (după Hursh).

A, *Triticum compactum* Host. soiul Little Klup; *B*, *Triticum vulgare* Vill. soiul Kota; *C*, *Triticum vulgare* Vill. soiul Acrue.

renchimul lignificat. Acesta este un exemplu clasic de rezistență histologică bazată pe limitarea dezvoltării agentului patogen numai în anumite țesuturi. În cercetările lui Hursh (1924) a fost pus în evidență faptul că structura paiului de grîu prezintă variații mari în ce privește dezvoltarea și repartizarea colenchimului și sclerenchimului, care determină o rezistență diferită a paielor, la diferite soiuri, la atacul ruginii negre și brune. La soiurile cu tulpina sensibilă colenchimul se întinde ca o centură continuă la periferia tulpinii, iar fibrele de sclerenchim sînt mai reduse la număr și situate în profunzimea țesutului. La soiurile cu tulpina rezistentă, colenchimul de la periferia tulpinei este întrerupt și

înlocuit, pe o porțiune mai mică sau mai mare din secțiunea tulpinii, de fasciculele de sclerenchim, care la aceste soiuri este foarte dezvoltat și împinge în adîncime colenchimul (fig. 23).

Un alt exemplu de rezistență bazată pe prezența țesuturilor care împiedică răspîndirea ciupercilor în interiorul plantei se întîlnește la atacul ciupercii *Fusarium nivale* la graminee. În acest caz, miceliul ciupercii pătrunde inițial în scoarța primară a rădăcinilor, dar el nu poate trece de bariera endodermului și nu poate ajunge în organele de importanță vitală (în vase). Un caz similar îl constituie atacul la porumb al ciupercii *Gibberella zeae*.

Particularitățile chimico-fiziologice ca factori ai rezistenței pasive

Aciditatea sucului celular. Deși concentrația ionilor de hidrogen are un rol important în activitatea fermenților paraziților, totuși problema legăturii cauzale dintre aciditatea sucului celular și rezistența plantei la răspîndirea agenților patogeni în plantă este mult mai complexă decît s-a crezut și nu a fost încă clarificată.

Gäumann (1951) consideră că aciditatea sucului celular poate juca un rol mai important în rezistența plantelor față de atacul bacteriilor fitopatogene. S-a constatat însă că organismele patogene nu sînt atît de sensibile la aciditate pe cît s-a crezut la început : ele se pot dezvolta în țesuturile plantelor cu o aciditate a sucului celular nu prea mare (după Kotte, 1931, patru din bacteriile care produc principalele bacterioze ale tutunului, ale fasolei și ale tomatelor se dezvoltă la un pH de la 4,6—9,4). Bacteria *Xanthomonas vesicatoria* atacă mai mult fructele verzi de tomate, care au o aciditate între 5,0 și 5,4, însă foarte rar fructele maturizate, care au un pH de 4,0——4,6 (deci sub limita acidității minime la care se dezvoltă bacteria) (Gardner și Kendrick, 1921).

Se pare că pentru ciuperci aciditatea sucului celular prezintă o importanță mai redusă, ele dezvoltîndu-se între limite mai largi ale pH-ului. Totuși o serie de autori au considerat aciditatea mărită a sucului celular drept o cauză posibilă a rezistenței plantelor la bolile produse de ciuperci. Așa, de exemplu, Butler (1918) face constatarea că frunzele soiurilor de viță de vie rezistente la făinare conțin de 3—5 ori mai mulți acizi decît frunzele soiurilor sensibile. Faptul că lămîile care au o aciditate mai mare sînt mai puțin atacate de ciuperci a confirmat de asemenea presupunerea că aciditatea poate determina rezistență la boli.

S-a constatat de asemenea și cazul invers, cînd o creștere a acidității sucului celular a favorizat dezvoltarea unor boli. Butler (1918) constată la unele soiuri de viță de vie că numai frunzele tinere, care conțin mult acid tartric, sînt infectate de ciuperca *Guignardia bidwellii*.

Se pare că aciditatea sucului celular ar putea să joace un rol în legătură cu activitatea de elaborare a toxinelor de către ciupercile parazitate. Feldman și colab. (1950) au constatat că formarea toxinei produse de ciuperca *Ceratostomella ulmi* este influențată într-o mare măsură de pH-ul mediului. În culturile lichide cu un pH—4,25, formarea toxinei este foarte intensă, însă, cînd pH-ul culturii este peste 6, toxina nu se mai produce (este distrusă).

În aprecierea importanței acidității sucului celular ca factor al rezistenței la boli trebuie să avem în vedere și faptul că unele ciuperci patogene *(Fusarium lycopersici)* pot schimba reacția inițială a celulelor gazdei, putînd crea astfel condiții mai favorabile pentru pătrunderea mai departe a parazitului.

Rolul presiunii osmotice a sucului celular. Deoarece organismele parazite își iau hrana necesară din plante prin osmoză, s-a acordat o atenție deosebită presiunii osmotice a sucului celular al plantelor în legătură cu rezistența pe care acestea o opun la răspîndirea agentului patogen în țesutul lor. Pentru ca presiunea osmotică a sucului celular să devină un factor al rezistenței plantei, ea trebuie să fie superioară aceleia care există în organismele parazite. În natură însă, cazurile în care presiunea osmotică este mai scăzută la parazit decît la planta-gazdă sînt foarte rare, constituind mai mult o excepție. Dar și în aceste cazuri excepționale cele două valori ale presiunii osmotice sînt aproximativ egale sau foarte apropiate.

Lipsa unor substanțe esențiale pentru parazit. Limitarea dezvoltării parazitului în plantă poate să apară și ca o consecință a unei carențe de nutriție, în cazul lipsei unuia din elementele nutritive esențiale sau în cazul cînd acestea sînt prezente, dar nu sînt accesibile parazitului. Experiențele clasice întreprinse de Keitt și colab. (1956) asupra unor biotipuri de *Venturia inaequalis* au demonstrat că patogenitatea acestora depinde de furnizarea de către gazdă a unei cantități corespunzătoare din toate substanțele nutritive cerute de parazit și că lipsa uneia din substanțe poate determina o rezistență pasivă a plantei.

Lipsa sau prezența în cantități prea mici a unor substanțe de creștere din celulele gazdei poate determina rezistența plantei față de parazitul care invadează țesuturile ei. Astfel se cunosc multe substanțe de creștere care au un rol esențial în dezvoltarea ciupercilor parazite, cum sînt vitamina B_1 și tianina (din grupa Aneirinei), vitamina B (lactoflavina), biotina (vitamina H), acidul pantotenic, adermina (vitamina B_6) etc.). Unele ciuperci pot elabora singure aceste substanțe, altele le pot sintetiza numai dacă au la dispoziție o parte sau toate elementele necesare și, în fine, altele nu au această capacitate, fiind avizate numai la substanțele gata sintetizate din planta-gazdă. În cazul cînd aceste substanțe nu se găsesc în țesuturi, planta nu poate servi ca mediu pentru dezvoltarea ciupercii, este deci rezistentă.

Față de anumite ciuperci parazite *(Tilletia tritici, Ustilago scabiosa, Phytophthora capsici, Trametes radiciperda* etc.), care nu sînt capabile să sintetizeze aneirina, de care au absolută nevoie, plantele în care nu

se găsește această substanță sînt rezistente la răspîndirea în plantă a agentului patogen (G ă u m a n n, 1951).

În majoritatea cazurilor, lipsa substanțelor nutritive din planta-gazdă exercită o influență indirectă asupra agenților patogeni, însă în unele cazuri aceasta poate avea și o acțiune directă. S-a constatat că infecția tomatelor cu ciuperca *Verticillium albo-atrum* a fost cu atît mai redusă, cu cît concentrația în săruri a soluției nutritive (în hidrofor) este mai mică (W a l k e r, 1946). În cazul infecției cu *Fusarium lycopersici* însă, creșterea concentrației sărurilor din soluția nutritivă a avut o influență negativă, reducînd frecvența și intensitatea infecției (G a l l e g l y, 1949).

Substanțele inhibitoare din celulele plantelor rezistente. După ce s-a produs infecția, răspîndirea agentului patogen în țesuturi poate fi oprită de prezența în celulele și în țesuturile plantei a unor substanțe chimice cu efect inhibitor. În multe cazuri s-a pus în evidență legătura dintre aceste substanțe și rezistența plantelor la unele boli. Însă nu în toate cazurile s-a procedat la verificarea meticuloasă a acestor legături pentru a se trage o concluzie definitivă asupra rolului pe care compusul respectiv îl are în împiedicarea răspîndirii ulterioare a parazitului în țesuturile plantei. În unele cazuri nu s-a făcut dovada legăturii cauzale dintre substanța existentă în plantă și rezistența la boală și în primul rînd nu s-a stabilit dacă în plantă se pot găsi cantități atît de mari din substanța respectivă în măsură să-i confere acesteia o rezistență efectivă la atacul paraziților. Unele dintre aceste substanțe (unii derivați ai fenolului), cînd se găsesc în cantități foarte mici, nu numai că nu inhibă, ci, dimpotrivă, stimulează dezvoltarea paraziților.

Dintre substanțele existente în sucul celular, a căror compoziție chimică și acțiune toxică au fost mai bine studiate, amintim: antibioticele, fenolii și derivații lor, alcaloizii, heteroauxina, uleiurile volatile etc.

Fenolii și derivații lor. Deși s-a observat deseori o legătură între prezența fenolilor și derivaților lor în celulele plantei-gazdă și rezistența acesteia la răspîndirea paraziților în țesuturile ei, totuși în puține cazuri s-a demonstrat rolul protector al acestor substanțe. G ă u m a n n (1951) încadrează în categoria factorilor care conferă rezistență la răspîndirea agenților patogeni în țesuturi și pirocatehina și acidul pirocatehic din foițele exterioare colorate ale bulbilor de ceapă, deși aceste substanțe se formează exclusiv în foița exterioară a bulbului de ceapă și nu intră în acțiune decît numai atunci cînd foița se usucă (moare). Prin caracterul protecției, aceste substanțe nu se încadrează aici, ci în grupa substanțelor care determină rezistența aparentă a bolii. În sprijinul acestei păreri vin și constatările făcute de A n d g e l l, W a l k e r și L i n k (1930), după care ciuperca *Colletotrichum circinans*, cît și ciupercile *Botrytis allii* și *Fusarium cepae* se pot dezvolta nestingherite în bulbi cu foițele colorate cînd ele intră în bulb pe la colet sau prin rupturile foițelor externe.

Interpretînd rezultatele obținute de W a l k e r și L i n k (1935), care au determinat în culturi pe mediul Csapek concentrația activă minimă a 6 derivați ai fenolului (fenol, pirocatehina, resorcina, hidrochinona, floroglucina, pirogalolul), G ă u m a n n (1951) consideră că toxicitatea acestora ar putea fi condiționată de poziția grupelor hidroxile în molecule: astfel, în poziția *meta* toxicitatea substanței scade cu creșterea greutății moleculare, pe cînd în poziția *orto*, din contra, toxicitatea crește.

O acțiune similară a fost pusă în evidență și la alți derivați ai fenolului din grupa acizilor (acidul clorogenic, acidul galic, acidul benzoic). Astfel, în cazul soiurilor de cartof rezistente la *Streptomyces scabies*, J o h n s t o n și S c h a a l (1952) au demonstrat corelația clară care există între distribuirea acidului clorogenic în tuberculi și rezistența la rîia comună a cartofului. Ei au constatat că în soiurile rezistente există concentrații mai mari de acid clorogenic decît în soiurile sensibile. Este interesantă mai ales constatarea că această substanță se găsește în cantități mai mari în țesuturile cele mai apropiate de periferia tuberculului și îndeosebi în țesuturile din jurul lenticelelor, în care, de regulă, trăiește și se înmulțește agentul patogen. După autorii citați, acidul clorogenic stimulează activitatea cambiului suberigen și formarea rapidă a unui strat de suber protector. După V a l l e (1957), importanța acestor compuși ca factori ai rezistenței nu rezidă în acțiunea lor toxică directă, ci în aceea că ei se transformă în substanțe toxice după ce s-a produs infecția și ca răspuns la aceasta.

După D u f r e n o y (1936), în cazul paraziților obligați, în urma pătrunderii ciupercii în organismul plantelor rezistente, celulele pier. Prin pieirea celulelor în care a pătruns parazitul, metabolismul celulelor înconjurătoare se modifică, și în aceste celule apar, în consecință, compuși fenolici, care împiedică răspîndirea mai departe în țesuturi a ciupercii. Dimpotrivă, la soiurile foarte sensibile, în primele faze ale infecției, ciuperca nu produce moartea celulelor (acestea rămîn aproape nevătămate) și nu schimbă aproape de loc metabolismul celulelor înconjurătoare.

Pe baza studiilor proprii și ale altor autori asupra parazitismului ciupercilor care produc ruginile la grîu, N e w t o n și A n d e r s o n (1929), emit părerea că rezistența grîului la rugini se bazează pe acțiunea compușilor fenolici din celulele plantei-gazdă, care împiedică pătrunderea mai departe a parazitului. Compușii fenolici obținuți de ei, sînt pigmenți galbeni de tipul flavonilor, precum și taninul și derivații lui, ambele grupe de compuși fiind înrudite: molecula pigmenților fenolici și a taninurilor ar conține, după acești autori, diferiți fenoli simpli care condiționează, probabil, acțiunea toxică a acestor compuși. După N e w t o n și A n d e r s o n, acești fenoli se găsesc în celule într-o formă inofensivă pentru plante, ca pigmenți, taninuri sau glucozizi. La pătrunderea în celula plantei-gazdă, enzimele secretate de parazit descompun aceste substanțe compuse și eliberează fenolii, care coagulează proteinele

protoplasmei şi omoară celulele atacate, determinînd implicit moartea agentului patogen. În acest caz, fenolii ar determina apariţia rezistenţei active, ei eliberîndu-se şi intrînd în acţiune numai ca răspuns la pătrunderea în ţesuturi a parazitului.

Alcaloizii. Substanţele care aparţin acestei grupe şi se formează în anumite plante prezintă uneori o toxicitate faţă de paraziţi, împiedicînd răspîndirea lor în ţesuturi. Alcaloizii tomatina şi solanina, care se formează în plantele de tomate, inhibă dezvoltarea unor ciuperci cum este *Fusarium lycopersici*, care produce ofilirea tomatelor (F o n t a i n e şi colab., 1947). Acţiunea lor inhibitoare se extinde şi asupra altor ciuperci din genul *Fusarium (F. lini, F. conglutinans)* sau din alte genuri *(Penicillium notatum etc.).*

Heteroauxina. Datorită faptului că punctul de creştere al plantei nu este invadat de ciupercile parazite s-a emis ipoteza că acesta s-ar datora heteroauxinei, care prin acţiunea ei inhibitoare ţine parazitul la distanţă de ţesutul de mare importanţă vitală al vîrfului de creştere. Prin experienţele care s-au efectuat în scopul verificării acestei ipoteze s-a constatat că într-adevăr heteroauxina împiedică germinarea sporilor şi creşterea miceliului unor ciuperci parazite *(Tilletia tritici, Cercosporella herpotrichoides* şi mai ales la *Ophiobolus herpotrichus).*

Cercetările asupra rolului pe care antibioticele îl pot avea în rezistenţa plantelor la răspîndirea agenţilor patogeni în ţesutul lor nu au dus încă la concluzii definitive, verificate suficient.

Uleiurile eterice. După G ă u m a n n (1951), uleiul liber de muştar este foarte toxic pentru o serie de agenţi patogeni din rîndul ciupercilor. În unele cazuri, cum este acela al rezistenţei verzei la atacul ciupercii *Plasmodiophora brassicae* determinate de uleiul de muştar, rezultatele pozitive obţinute de R o h l i n a (1933) au fost infirmate de cercetările ulterioare.

Alte substanţe inhibitoare pentru paraziţi. S-a observat că dezvoltarea unor ciuperci este stînjenită sau chiar oprită atunci cînd acestea sînt puse să se dezvolte în sucurile obţinute prin presare din plante. Acest lucru a fost pus în evidenţă, de exemplu, în cazul cînd sporii ciupercii *Ustilago zeae* au fost cultivaţi în sucul extras din plantele solurilor de porumb rezistente, în care ciuperca s-a dezvoltat foarte slab, producînd, după B a n k e r (1930), numai 1% din cantitatea normală de micelîu care se obţine cînd ciuperca este crescută în sucul plantelor sensibile. Acelaşi fenomen a fost observat de R e y n o l d s (1931) atunci cînd se adaugă la mediul nutritiv în care se creşte ciuperca *Fusarium lini* o cantitate din extractul obţinut de la plante de în rezistente şi sensibile.

G ă u m a n n (1951) citează şi rezultatele obţinute în creşterea ciupercilor *Phymatotrichum omnivorum* în laborator pe un substrat la care s-a adăugat suc (în concentraţie de 1%) obţinut prin presare din rădăcinile de bumbac (planta sensibilă) şi din rădăcinile de porumb (planta rezistentă). Cantitatea miceliului dezvoltat în cultura martor a

fost de circa 438 mg, aceea din cultura la care s-a adăugat suc din rădăcinile bumbacului circa 249 mg şi în cazul cînd s-a adăugat suc din rădăcinile de porumb micelîul nu s-a dezvoltat de loc.

Nu se cunosc încă natura acestor substanţe şi modul lor de acţiune.

Reacţiile de protecţie histogene şi chimico-fiziologice ale plantei-gazdă şi rolul lor în rezistenţa la înaintarea agentului patogen în planta-gazdă

Reacţiile histogene de apărare. După ce agentul patogen a reuşit să străbată straturile exterioare ale epidermei şi ţesuturile mecanice de baraj, el poate fi oprit de acţiunea de apărare a plantei, care se declanşează autonom în centrul punctului de invazie. În acest caz, în calea parazitului, ţesutul plantei ridică o barieră histologică, care limitează zona atacată. Acest tip de apărare antiinfecţioasă se bazează pe reacţia celulelor dirijate direct împotriva parazitului, care în acest fel este slăbit şi, în cele din urmă, împiedicat să înainteze în ţesuturi sau este chiar distrus.

Reacţiile histogene de apărare se prezintă în forme variate, ele ducînd frecvent la formarea straturilor de suber, la formarea tilelor şi depunerea gomelor, la apariţia straturilor de cicatrizare, a straturilor de separare (de rupere), la îngroşarea membranelor celulare etc.

Tilozu şi depunerile de gome. Sînt cazuri cînd în vasele ţesutului invadat se formează tile care împiedică circulaţia apei. Această blocare mecanică a vaselor de către tile este considerată de B r a m b l e (1958) ca principalul factor al veştejirii şi uscării frunzelor la castanii infectaţi de *Endothia parasitica.*

Tilele au pereţii celulozici formaţi din celule vii. Uneori ele sînt numeroase şi mari şi îşi pierd forma sferică iniţială, aglomerîndu-se în lumenul vaselor.

Gomele joacă un rol asemănător. Ele sînt substanţe care se acumulează în interstiţiile dintre tile sau între tile şi pereţii vasului în care se află. Cele care se întîlnesc în celulele cartofului dulce bolnav de veştejirea parazitară sînt de culoare brună-aurie şi formează mase semisferice în lumenul vaselor invadate. Tilele şi gomele, care se formează în xilemul cartofilor dulci *(Ipomaea batata)* înaintea pătrunderii ciupercii invadatoare — *Fusarium oxysporum f. batatas* —, care produce veştejirea plantelor, pot preveni invazia parazitului. Ele pot acţiona fizic sau chimic, constituind o barieră care împiedică hifele ciupercii să pătrundă în celulele vecine, vii (M c L u r e, 1950).

O corelaţie între depunerea de gome şi rezistenţa la invadarea ţesutului de către ciuperci s-a constatat şi în cazul solurilor de orez infectate de *Piricularia* şi *Helminthosporium.* T u l l i s (1935) a observat la solurile rezistente depuneri masive de gomă în spaţiile intercelulare, care limitează invazia primară a ţesuturilor de către aceste ciuperci.

În cercetările făcute de E l - D I N - F o u a d (1956) în cazul solului de castraveţi „Proso" infectat cu *Cladosporium cucumerinum* a fost ob-

servată în spațiile intercelulare o substanță granulară galbenă, care apare ca reacție la infecția cu această ciupercă ; această substanță (gomă), care reacționează pozitiv la testarea lignineі cu fluoroglicină-acid clorhidric,

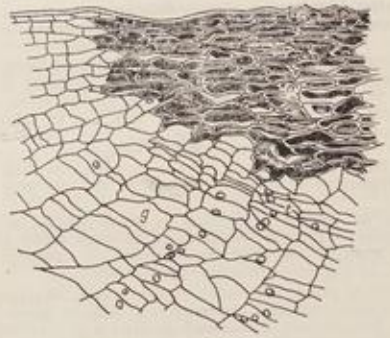


Fig. 24. — Meristeme de reînoire formate în jurul leziunilor necrotice produse pe boabele de struguri de *Elsinoe ampelina*.
s, țesutul sănătos ; b, celule prezentînd depuneri granulare ; n, grupe de celule necrozate ; f, meristeme de reînoire (după A. k o).

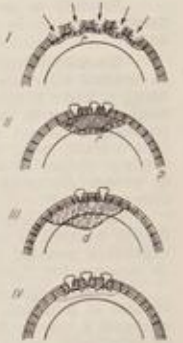


Fig. 25. — Tipuri de reacție a tuberculilor de cartof dulce la *Helicobasidium mompa* j. — a
d, zonă depigmentată ; p, periderm ; r, straturi de suber formate după infecție (după Ba a n k).

se găsește în spațiile dintre celulele sănătoase din apropierea zonei invadate. După 3—5 zile de la infecție, această substanță galbenă umple nu numai spațiile intercelulare, ci și interiorul celulelor, formînd o zonă aproape neîntreruptă în jurul leziunii. În interiorul acestei zone se găsesc foarte rar hife, însă dincolo de această zonă hifele lipsesc complet. Această zonă acționează ca o barieră în calea invadării țesutului sănătos de către ciupercă.

Bariere alcătuite din substanțe gomoase care limitează răspîndirea parazitului în țesutul sănătos din apropierea celui atacat se întîlnesc și în zonele bolnave ale ramurilor de măr atacate de ciuperca *Physalospora cydoniae*. În acest caz, gomele au culoarea brună și sînt depuse în fibrele lemnoase și în celulele parenchimului lemnos.

Delimitarea histologică a țesuturilor infectate. Delimitarea porțiunilor de țesut infectat se realizează prin formarea în jurul acestora sau la limita dintre țesutul sănătos și cel atacat a straturilor de cicatrizare

(fig. 24, 25) sau prin formarea celulelor de separare atunci cînd țesutul atacat se desprinde de la limita cu cel sănătos și cade.

Straturile de cicatrizare. Leziunile localizate ale infecției sînt delimitate prin formarea țesutului suberificat de vindecare. La acesta se poate adăuga în unele cazuri și acțiunea produselor metabolice secretate de agentul patogen. Procesul de cicatrizare se termină uneori cu formarea de cruste, suprafața leziunilor căpătînd în acest caz un aspect de rapăn. Prin cicatrizare sînt anihilate substanțele toxice secretate de ciupercă (produse metabolice), care ar putea să difuzeze din zona infectată în țesuturile neinvadate încă, mai mult sau mai puțin apropiate de focar. O delimitare a țesuturilor invadate de paraзit prin suberificare apare la multe boli ale plantelor. Astfel, după K u n n i n g h a m (1928), la periferia petelor necrotice produse pe frunzele de prun de atacul ciupercii *Coccomyces prunophorae* se formează straturi de cicatrizare foarte evidente, formate din celule mari cu pereții suberificați și lignificați. Felogenul este format dintr-un singur strat de celule care conțin o protoplasmă densă. Peridermul, format din țesut cicatricеal, leagă între ele cele două epiderme ale frunzei, izolînd complet regiunea bolnavă.

La multe boli s-au observat straturi de suber în jurul leziunilor necrotice : de exemplu, la frunzele de sfeclă de zahăr infectate de *Cercospora beticola*, la frunzele de măr atacate de *Physalospora cydoniae*, la ramurile de măr infectate de *Valsa mali*, la putregaiul tulpinilor de *Geranium*, produs de *Pythium complectens*.

După C o n a n t (1957), în rădăcinile unor soiuri de tutun și bumbac rezistente la atacul ciupercii *Thielavia basicola* sub leziunile provocate de această ciupercă se formează foarte repede suber.

Y o s h i i și K a w a m u r a (1947) pun în evidență în frunzele de *Nicotiana glutinosa* infectate cu virusul mozaicului tutunului formarea unei bariere de suber în jurul petelor necrotice.

De asemenea, rezistența unor soiuri de in la atacul ciupercii *Fusarium lini* se datorește formării de către plantă, după infecție, a unui strat de celule de suber, care delimitează și izolează țesutul atacat de cel sănătos, constituind un obstacol în calea înaintării parazitului în țesuturile plantei.

În cazul infecțiilor cartofilor dulci (batate), straturile suberoase ale rănii servesc ca țesut de cicatrizare, însă uneori și ca mecanism defensiv împotriva invaziei parazitului (W e r m e r și H a r t e r, 1921).

Dezvoltarea barierelor de suber este influențată de factori externi, în special de temperatură și umiditate. Ele se dezvoltă mai puternic la temperaturi de 30—35°C și la o umiditate relativă de 90—95%. La cartofii dulci, suberul nu se mai formează cînd umiditatea este sub 80% (Y o s h i i, 1944). La tuberculii de cartof tăiați, temperatura optimă de suberificare a celulelor superficiale și de formare a peridermului variază între 21 și 35°C. În ce privește umiditatea, solurile saturate în apă favorizează creșterea agenților patogeni transmiși prin sol. Umidi-

tatea excesivă a solului inhibă în mod evident formarea suberului (de exemplu în cazul atacului bacteriei *Erwinia phytophthora*).

Se pare însă că suberul nu este pentru toți paraziții un obstacol imposibil de trecut și deci nu constituie un factor al rezistenței active

Fig. 26. — Perforarea petalelor produse la *Prunus laurocerasus* de *Clasterosporium carpophilum*.

f, celule lignificate apărute la periferia petalei; *s*, strat de separare format în afara celulei lignificate (după Akai).

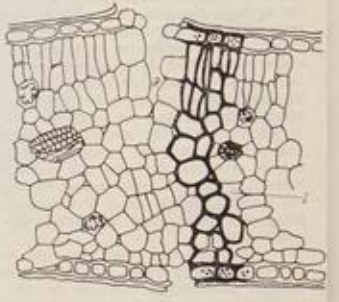


Fig. 27. — Celule de separare în jurul petelor necrotice produse la piersic de *Xanthomonas pruni*.

p, țesut palisadic normal; *f*, celule de separare; *v*, celule parenchimatice normale în fasciculul vascular (după Akai).

sau pasive general valabil. La această concluzie a ajuns Tomas (1934), care a făcut constatarea că hifele de *Armillaria mellea* pot pătrunde printr-un strat de suber nou format.

Straturile de separare (ciuruirea sau perforarea frunzelor). Perforarea frunzelor este produsă de unele ciuperci și bacterii și este caracteristică frunzelor pomilor fructiferi (simburoase) atacate de paraziți maculicoli. Ea se realizează prin adîncirea atacului paraziților, însă poate fi provocată și de soluțiile folosite în tratamentele cu preparate fungicide (de exemplu cu cele pe bază de cupru).

Samuel (1927) a studiat acest fenomen la frunzele de *Prunus amygdalus* atacate de ciuperca *Cladosporium (Clasterosporium) carpophilum*. Perforarea (ruperea) țesutului infectat, decuparea și căderea petei sînt inițiate prin formarea unei bariere de suber, care servește și la împiedicarea extinderii ciupercii în țesutul frunzei. La periferia suprafeței bolnave, pe o zonă îngustă și la o mică distanță de marginea regiunii invadate (a petei), celulele se umflă și se formează astfel un strat de separare format numai din celule lignificate. Suberificarea pereților

celulelor dispuse de-a lungul liniei de separare se produce curînd după ruperea cuticulei. Diviziunea ulterioară a celulelor meristematice duce la formarea unui strat de celule în formă de cărămidă, care se suberifică și se lignifică ușor (fig. 26). Apariția fenomenului de ciuruire a frunzelor se produce numai atunci cînd sînt realizate anumite condiții. Celulele de separare se formează cînd frunzele sînt tinere, active și bine alimentate cu apă. La frunzele bătrîne sau în condiții de umiditate nefavorabile, celulele de separare nu se formează, iar țesuturile atacate nu se perforează. Se presupune că formarea celulelor de separare este legată de necrozarea celulelor și de intervenția unei substanțe asemănătoare hormonilor (Akai, 1959).

O perforare a frunzelor de piersic și de prun este produsă și de bacteria *Xanthomonas pruni*. Și aici se observă umflarea a 1—2 straturi de celule (din parenchimul palisadic și lacunos), care capătă o formă rotundă, ovoidă, elipsoidală; acestea înconjură pata și servesc la izolarea zonei necrotice de țesuturile sănătoase (fig. 27). Aceste celule devin turgescente, cu pereții subțiri. Ruperea (separarea) țesuturilor sănătoase de cele necrozate se produce prin dizolvarea lamelei mediane a celulelor meristematice. Țesutul se usucă, se zbîrcește și treptat se perforează, fiind astfel prevenite vătămările provocate de toxinele agentului patogen sau de produsele țesuturilor în curs de necrozare.

Factorii chimico-fiziologici ai rezistenței active la invadarea țesuturilor plantei de către agenții patogeni

Se cunosc multe cazuri în care organismele patogene pot pătrunde în plantă și pot produce infecție, însă ele nu se pot răspîndi în țesuturile acestora datorită acțiunii substanțelor toxice care apar în țesuturi ca urmare a reacțiilor de apărare de natură chimico-fiziologică. Natura și modul de acțiune al acestor substanțe sînt încă puțin cunoscute. Pînă acum s-au stabilit totuși unele relații de cauzalitate între fenomenele de rezistență a plantelor și apariția acestor substanțe în plante după producerea infecției.

Substanțe inhibitoare difuzibile produse de paraziți. Natura reacțiilor de apărare biochimică determinată de activitatea inhibitorilor difuzibili produși de parazit este încă incomplet cunoscută. În cercetările efectuate cu *Orchis militaris* și cu endofitul ei, *Rhizoctonia repens*, Gäumann și colab. (1950) au confirmat constatările făcute de Nobécourt (1929) că, în culturile de laborator, pe secțiuni prin tubercul, prezența ciupercii determină o producere sporită de substanțe toxice. Autorii demonstrează că substanțele care difuzează din organismul endofitului în cultură, și a căror natură chimică nu se cunoaște încă, determină tuberculii să producă o cantitate mărită de substanțe fungistatice.

Müller și colab. (1939, 1940, 1949, 1956) adaugă noi dovezi importante cu privire la producerea substanțelor de apărare după interacțiunea ciupercii cu planta-gazdă. Experiențele cu țesuturi de cartofi și

cu zoospori de *Phytophthora infestans* au arătat că punerea în contact a zoosporilor acestei ciuperci, de la o sușă avirulentă, cu cartoful a dus la producerea unei substanțe care a fost toxică atît pentru sușa virulentă, cît și pentru alte ciuperci. Pentru substanțele fungitoxice care se formează în interacțiunea parazit-gazdă, M ü l l e r a propus denumirea de „fitoalexine" prin analogie cu alexinele din sîngele animal, care acționează împreună cu antigenele. Aceste substanțe active (fungistatice cînd sînt prezente în concentrații mici și fungicide cînd există în concentrații mari), care apar după infecție și determină oprirea invaziei parazitului sau moartea acestuia, nu prezintă specificitate. Ele sînt dializabile și stabile la îngheț și temperaturi ridicate.

Unii paraziți obligați pot provoca o modificare a permeabilității membranelor celulare ca urmare, probabil, a acțiunii unor produși ai metabolismului lor. S-a constatat, de exemplu, că ciuperca *Uromyces pisi*, după pătrunderea ei în plantă, acționează asupra membranelor celulelor gazdei, mărind permeabilitatea acestora (T h a t c h e r, 1939, 1942). Ca urmare a acestei acțiuni se produce o scădere a presiunii osmotice în celulele care înconjură hifele ciupercii; în felul acesta, absorbția substanțelor nutritive devine accesibilă ciupercii. În plantele rezistente, ciuperca nu poate provoca mărirea permeabilității membranelor și astfel ea nu se poate hrăni și piere prin inaniție.

Mai mult, T h a t c h e r a observat că la unele soiuri de grîu rezistente la rugină se produce sub influența hifelor ciupercii chiar o reducere a permeabilității membranelor, care duce la înfometarea și pieirea ciupercii invadatoare.

Apărarea bazată pe reacțiile citoplasmatice. Unele reacții cu caracter defensiv ale celulelor, de origine citoplasmatică, pot determina o barieră în calea extinderii în țesuturi a parazitului care a produs o infecție și care a declanșat aceste reacții de apărare. Reacțiile citoplasmatice care obligă agentul patogen să se limiteze la un anumit țesut sînt reacții necrogene ale celulei, care nu permit agentului patogen să depășească zona inițială de infecție și să producă o invadare generalizată a plantei.

G ă u m a n n (1950) deosebește două feluri mai importante de reacții ale celulelor: reacția plasmatică, care derivă din activitatea biochimică a celulelor vii, și reacția necrogenă, bazată pe moartea celulelor în punctul de infecție.

Reacția plasmatică a celulelor determină slăbirea parazitului localizat în anumite țesuturi sau chiar eliminarea lui din organismul plantei. Acest fel de a reacționa al plantelor este puțin studiat și pînă în prezent nu i se acordă o importanță mare în mijloacele de apărare activă a plantelor la invadarea lor de către agenții patogeni. Ca exemplu este citată ciuperca *Olpidium viciae*, care este atrasă și poate invada ușor țesuturile exterioare ale anumitor plante-gazdă (*Taraxacum, Impatiens, Physalis*); totuși zoosporii se închistează în celule și nu se dezvoltă mai departe.

Reacția necrogenă (abortivă) a celulelor are o pondere mai mare în potențialul defensiv al plantei. Ea se manifestă prin necrozarea celulelor, care izolează agentul patogen pătruns în plantă sau îl oprește în dezvoltare prin înfometare. Astfel, celulele soiurilor de cartof rezistente la mană, invadate de ciuperca *Phytophthora infestans*, degenerează și mor. După T o m i y a m a (1956), acest proces se produce în cinci faze, care încep cu apariția cordoanelor de protoplasmă și migrarea nucleului spre punctul de infecție și se termină cu moartea și brunificarea celulelor, ca urmare a acțiunii unor polifenoli sau a altor compuși.

Un exemplu și mai clar de apărare necrogenă se întîlnește la unele soiuri de cartof în cazul atacului ciupercii *Synchytrium endobioticum*. Între soiurile rezistente și ciupercă există un antagonism, și, după pătrunderea ei în celulele epidermice, acestea mor foarte repede, iar protoplasma lor este transformată într-o masă brună.

O reacție asemănătoare are loc și în cazul infecției solului „Proso" de castraveți rezistent la *Cladosporium cucumerinum*, de care am amintit mai sus; substanța galbenă secretată de celule ca o reacție împotriva parazitului difuzează din celulele infectate și declanșează o reacție necrogenă în lanț în celulele neinfectate vecine. Acest proces duce la întreruperea aprovizionării cu substanțe nutritive a focarului de infecție; ca urmare, ciuperca nu se mai poate dezvolta și reproduce și astfel infecția secundară nu mai are loc.

K a m a m u r a (1940) a observat reacții necrogene ale celulelor și la soiurile de orez rezistente la *Piricularia oryzae*. Reacția necrogenă declanșată în focarul infecției duce rapid la moartea celulelor și la apariția unor pete foarte mici pe frunză.

Rezistența plantelor la toxine

În cazul agenților patogeni toxigeni, rezistența plantei se bazează pe două categorii de factori: pe de o parte, pe factorii care determină rezistența propriu-zisă a plantei față de parazit și, pe de altă parte, pe factorii pe care se bazează rezistența plantelor față de acțiunea toxinelor produse de agentul patogen.

Rezistența plantelor la toxine, deși joacă un rol important, a fost relativ puțin studiată. Abia în ultimele două decenii s-au inițiat o serie de lucrări mai importante pentru a cunoaște bazele biochimice ale acestui tip de rezistență. În aceste lucrări au fost lămurite unele aspecte legate de modul de acțiune al mecanismelor de apărare a plantelor față de acțiunea toxinelor. G ă u m a n n și colab. au elaborat, începînd din 1950, o suită de lucrări în care au studiat acțiunea toxinei (licomarazmina) produse de *Fusarium oxysporum* asupra unor soiuri de tomate rezistente și sensibile. Ei au stabilit în aceste lucrări că rezistența soiurilor de tomate la această ciupercă nu este condiționată de rezistența

lor diferită față de toxină, ci de rezistența diferită a plantelor față de răspîndirea agentului patogen în țesuturile lor.

G ă u m a n n (1951) citează un singur caz în care se cunosc factorii materiali ai rezistenței împotriva unei toxine. Este cazul patulinei, care s-a stabilit că este fixată și făcută inofensivă de grupe sulfhidrice libere ale plasmei. În cercetările experimentale efectuate s-a constatat că, atunci cînd în plantă există o rezervă suficientă din aceste grupe, toxina introdusă în plantă este inactivată.

Reacțiile de hipersensibilitate ca factor al rezistenței active

Fenomenul de hipersensibilitate a fost observat și descris pentru prima dată la ruginile gramineelor de W a r d (1902), care a observat că, în locul unde au pătruns în plantă filamentele de infecție, celulele pier foarte repede și agentul patogen nu se mai dezvoltă, interacțiunea dintre parazit și plantă determinînd numai o necroză locală foarte limitată. Pierirea rapidă a celulei, înainte de a se stabili raporturile parazitare, W a r d o atribuie unei sensibilități mărite a țesutului-gazdă față de unele produse metabolice ale parazitului. Deși nu a putut să explice acest fenomen, el îl consideră că este de natură citoplasmatică.

Termenul de hipersensibilitate a fost introdus ceva mai tîrziu în terminologia fitopatologică de către S t a k m a n (1914) și este folosit astăzi paralel cu sinonimele lui : suprasensibilitate, hipersusceptibilitate, suprasusceptibilitate, hiperergie etc. ; de asemenea, reacțiile de hipersensibilitate mai sînt numite reacții de incompatibilitate, de intoleranță maximă, hiperergice, parasimbiotice etc.

Rezistența care se bazează pe aceste reacții este numită și rezistență activă *(stricto sensu)*, rezistență protoplasmatică etc.

După definiția dată de R o e m e r și colab. (1938), hipersensibilitatea constă în aceea că o celulă sau grupe de celule ale plantei-gazdă mor într-un timp foarte scurt, ca urmare a acțiunii toxinelor sau prin venirea lor în contact cu parazitul. Acest fenomen este legat prin numeroase verigi intermediare de realizarea unui echilibru metabolic între cei doi parteneri simbiotici, prin cazuri în care distrugerea structurii celulare se produce mai încet sau se manifestă numai prin descompunerea unor componente celulare (cloroză).

Deși prin cercetările efectuate între timp s-au obținut o serie de informații prețioase, totuși încă nu se poate da o definiție exactă a acestui tip de rezistență. După definiția dată mai recent de M ü l l e r (1959), reacția de hipersensibilitate cuprinde toate modificările morfologice și fiziologice care determină moartea prematură (necrozarea) a țesutului infectat, precum și inactivarea și localizarea agentului patogen.

Una dintre principalele caracteristici ale reacției de hipersensibilitate este rapiditatea cu care se desfășoară interreacțiile dintre parazit

și plantă, viteza cu care se succedă procesele care duc la apariția modificărilor necrotice.

O caracteristică importantă a reacțiilor de hipersensibilitate este faptul că celulele infectate își pierd foarte repede turgescența. Apa eliberată de aceste celule este absorbită de celulele vecine vii, care se umflă și ocupă spațiul liber creat de celulele moarte. Concomitent are loc și un transfer de substanțe în același sens, care poate determina anumite reacții caracteristice, cum ar fi : formarea peridermului de răni, umflarea și migrarea nucleilor către peretele celulei vecine, necrozate, vacuolizarea citoplasmei etc. În unele cazuri, în reacțiile parabiotice se produce o mare acumulare de acid silicic în țesutul infectat (de exemplu la grîul infectat de *Puccinia glumarum*).

De asemenea accentuarea respirației, reducerea activității asimilatoare a plantei etc. constituie factori esențiali ai reacției de hipersensibilitate.

Deoarece reacția de hipersensibilitate a fost observată mai întîi la cereale față de rugini, s-a crezut la început că ea ar caracteriza numai ciupercile biotrofe obligate din rîndul speciilor care produc ruginile cerealelor. Cu timpul însă s-a văzut că acest fenomen este mult mai răspîndit, întîlnindu-se și la alte ciuperci biotrofe obligate *(Erysiphe* spp., *Synchytrium* spp. etc.). Prin numeroase cercetări s-a pus apoi în evidență și faptul că reacții de apărare a plantelor contra infecției, identice sau analoge cu cele constatate la ruginile cerealelor, se pot întîlni la un număr mare de ciuperci biotrofe facultative, precum și la unele bacterii și virusuri.

Reacții de hipersensibilitate induse de ciuperci. La ciupercile biotrofe obligate se deosebesc trei tipuri distincte : *Puccinia*, *Erysiphe* și *Synchytrium*. La tipul *Puccinia*, în cursul interacțiunii se produc următoarele modificări morfologice : în cazul unei hipersensibilități maxime a plantei, interacțiunea se termină cu o necroză, constînd din complexe celulare, vizibilă numai microscopic. În țesutul cu modificări necrotice apare o substanță gomoasă caracteristică.

La tipul *Erysiphe*, imediat după pătrunderea filamentelor în celulele epidermice, se produce o distrugere prematură a acestora. În cazul făinării cerealelor, celulele care reacționează prin necrozare sînt cele din mezofil, adiacente celulelor epidermice (W h i t e și B a k e r, 1954 ; H i r a t a, 1956).

La tipul *Synchytrium*, în cazul sensibilității maxime, celulele mor după cîteva ore. În țesutul din jurul celulei infectate se produc modificări necrotice, care determină lichidarea focarului de infecție și expulzarea lui (fig. 28, 29).

La ciupercile biotrofe facultative se disting de asemenea trei tipuri mai importante : *Phytophthora*, *Ustilago tritici* și *Venturia inaequalis*.

Tipul *Phytophthora* prezintă din punct de vedere morfologic multe asemănări cu tipul *Puccinia*. Frunzele de cartof reacționează la infecție printr-o necrozare rapidă. Și în acest caz distrugerea celulei-gazdă pre-

cedă moartea parazitului. În tubercule, interacțiunea este mai lentă și după 24 de ore celulele infectate prezintă semnele unei descompuneri fiziologice. Parazitul pătruns numai în primele straturi de celule ale parenchimului este oprit în dezvoltare și nu reușește să producă fructificații.

Fig. 28. — Zona abortivă în jurul unui focar de infecție la un soi de cartof rezistent la rîia neagră, la două săptămîni de la infecție (după Köhler).

Fig. 29. — Eliminarea focarului local de infecție cu *Synchytrium endobioticum* la soiul de cartof industrie (după Köhler).

La tipul *Ustilago tritici*, dezvoltarea parazitului încetează în primele faze ale infecției. Celula în care parazitul intră moare și dezvoltarea parazitului se oprește.

La tipul *Venturia inaequalis*, descompunerea fiziologică a celulelor gazdei se poate produce imediat după infecție. Infecția este limitată la un grup mic de celule și sporogeneza nu mai are loc.

La tipul întîlnit la unele ciuperci din genurile *Colletotrichum*, *Helminthosporium*, *Corynespora*, *Septoria* etc., necroza progresează rapid în celulele gazdei infectate și împiedică stabilirea relațiilor parazitare.

Și la *Rhizoctonia solani* și *Pythium* sp. s-a constatat că reacția celulelor invadate de parazit este analogă din punct de vedere histologic cu modificările produse de reacția de hipersensibilitate.

Mai ales în ultimul timp au fost studiate și cauzele rezistenței unor plante care nu sînt cunoscute ca gazdă pentru ciuperca respectivă și s-a constatat că la infectarea acestora apar reacții de hipersensibilitate. Astfel de observații a făcut Müller (1950) la *Phytophthora infestans* atunci cînd au fost infectate artificial plante care nu sînt gazde (de exemplu din familia *Papilionaceae*, *Compositae*, *Liliaceae*). La acestea, celulele plantei reacționează printr-o necrozare rapidă și în același moment parazitul încetează de a se mai dezvolta. Rezultate asemănătoare a obținut și Spronton (1957) cu *Monilia fructicola*, *Alternaria tenuis* și *Botrytis allii* atunci cînd au fost inoculate pe plante de *Impatiens balsamina*.

Reacții de hipersensibilitate induse de bacterii. Müller (1959) nu exclude posibilitatea apariției reacției de hipersensibilitate la bolile bacteriene, deși în această privință dispunem de prea puține date. Rămînerea în urmă a cercetărilor în această privință se datorează după el faptului că aici interacțiunea dintre parazit și gazdă este mult mai greu de observat *in vivo*.

Müller vede ca un fenomen comparabil cu hipersensibilitatea indusă de ciuperci faptul că bacteriile inoculate în plantele care nu sînt cunoscute ca gazde ale lor se înmulțesc într-o primă fază, însă după un timp dezvoltarea lor încetează. Faptul că multe plante reacționează prin formarea de leziuni locale la infecțiile bacteriene constituie, după el, un indiciu al existenței unui mecanism comparabil cu reacția de hipersensibilitate indusă de ciupercile parazite. În sprijinul acestei păreri pledează și constatarea că leziunile produse pe frunzele de bumbac de bacteria *Xanthomonas malvacearum* sînt la soiurile rezistente mult mai mici decît la soiurile sensibile.

Reacții de hipersensibilitate induse de virusuri. Dezvoltarea cercetărilor asupra virusurilor fitopatogene a pus în evidență și la infecțiile cu virus reacții ale gazdei care pot fi interpretate ca reacții de hipersensibilitate. Cercetările au arătat că unele virusuri se pot înmulți foarte repede în locul unde au pătruns, dar că, datorită unei necrozări a țesuturilor infectate, infecția cu virus este localizată.

Într-adevăr, în cazul multor încercări, virusul nu a putut fi izolat la o anumită distanță de leziunea locală. Și în țesutul necrozat sînt distruse sau inactivate cantități considerabile de virus. De asemenea, sintetizarea virusului încetează, după White, 1934, și Harrison, 1956, în momentul cînd începe descompunerea fiziologică. În unele cazuri, reacția de hipersensibilitate poate produce atît localizarea, cît și inactivarea parțială a virusului (Zech, 1952). După cum a constatat Schmelzer (1957), un număr mare de specii de plante (158 din 589) infectate cu virusul rattle al tutunului au reacționat prin formarea de leziuni locale. În toate aceste plante nu s-a observat diseminarea virusului în țesutul din jurul leziunii.

În ceea ce privește modificările histologice care apar în cursul interacțiunii, s-a constatat că în primul rînd este afectat nucleul celulei, apoi sînt dezintegrate cloroplastele și mișcările protoplasmei încetează, procesul terminîndu-se cu dezagregarea celulelor. Primele modificări vizibile cu ochiul liber apar relativ foarte devreme în țesutul infectat. De la infectarea unei celule și pînă la distrugerea ei trec 6—20 de ore (uneori pînă la 30 de ore).

Rezistența (imunitatea) dobîndită

Rezistența dobîndită se bazează pe reacțiile de protecție antiinfecțioase dobîndite (induse); ea este acea stare de rezistență care a fost dobîndită în cursul dezvoltării ontogenetice a plantei, ca urmare a unei infecții anterioare, spontane sau experimentale, cu un anumit agent patogen cu virulența atenuată; în cursul acestei infecții au luat naștere în corpul plantei unele substanțe de protecție specifice.

Procesele de sensibilizare sau imunizare activă sub influența agentului patogen, caracteristice organismului uman sau animal, care măresc capacitatea acestuia de a se apăra împotriva unei noi infecții, sînt cunoscute și în regnul vegetal.

Ca o reacție de protecție legată de infecție, la plante apare o altă formă de imunitate dobîndită, diferită de cea de la animale, numită preimunitate (premunitate, premunițiune), în care boala deja existentă într-o formă latentă ferește organismul plantei de o nouă infecție (de superinfecție). În acest caz, planta capătă capacitatea pentru anumite reacții de apărare, pe care înainte nu o poseda.

În cazul infectării tuberculilor de cartof cu ciuperca *Phytophthora infestans*, în țesuturile infectate apar foarte repede — după epuizarea posibilităților de protecție plasmatică (normergice) — reacțiile hiperergice, necrogene, care au fost interpretate ca determinînd o premunizare a cartofului. În experiențele lui M ü l l e r și B ö r g e r (1941), la suprafața secțiunii neinfectate în prealabil, după reinfecție, s-a dezvoltat puternic miceliul ciupercii, pe cînd pe suprafața secțiunii infectate primar după superinfecție miceliul nu s-a dezvoltat de loc. În acest caz se crede că produsele de schimb ale parazitului și substanțele necrogene ale țesutului mort au difuzat din focarul local al bolii în plasmă și au sensibilizat celulele parenchimatice, mărind capacitatea lor de apărare. Deci această formă de premunizare determinată de o îmbolnăvire inițială, care nu se cunoaște încă în esența ei, preîntîmpină o reinfecție cu aceeași boală, conferă deci o rezistență dobîndită a plantei. Cu alte cuvinte, la reinfectare, țesuturile plantei nu se comportă ca la prima infecție, ci prezintă o stare de imunitate dobîndită.

În majoritatea cazurilor, la plante premunitatea este parțială sau locală, rar generală; în primul caz, protecția la reinfecție se manifestă numai în țesuturile care au fost prima dată infectate sau în cele din jurul lor care n-au fost infectate, pe cînd în al doilea caz reacțiile de protecție se manifestă în tot organismul, deci și în părțile care n-au fost infectate. În exemplul de mai sus, la cartof premunitatea s-a manifestat local. În general, imunitatea parțială sau locală este mai frecventă în cazul bacteriilor și al ciupercilor, iar cea generală în cazul virusurilor.

În cazul virusurilor, imunitatea generală corespunde răspîndirii agentului patogen în tot organismul în care acesta provoacă reacțiile celulare de protecție. În cazurile în care virusul la prima infecție nu pătrunde uniform în tot organismul plantei, nici reacția de protecție pe care o provoacă nu este totdeauna uniform repartizată în plantă; în acest caz, unele părți ale plantei se pot îmbolnăvi la superinfecție.

Imunitatea la superinfecție a fost dovedită experimental în cadrul virusurilor, de exemplu la virusul mozaicului x al cartofului, și a fost observată și în natură. S-a stabilit că pentru premunizarea plantei este hotărîtoare existența unei perioade de latență suficient de mare pentru

ca planta să ajungă la activitatea imunologică deplină. Această perioadă variază de la un virus la altul (de regulă cîteva zile).

Spre deosebire de micoze, în cazul virozelor plantele infectate inițial rămîn receptive la superinfecție, deci superinfecția se realizează, însă răspîndirea din nou a virusului în plantă este oprită, datorită sensibilizării organismului gazdei; în acest fel planta dobîndește capacitatea de a preîntîmpina infecția generală, devine rezistentă la îmbolnăvire.

Capacitatea de protecție, apărută ca rezultat al infecției, este specifică pentru un anumit virus, adică ea este îndreptată specific numai împotriva aceluiași virus sau a unui virus înrudit.

Problema sensibilizării plantelor cu ajutorul serului de animale (imunitatea vaccinală) a făcut obiectul unor cercetări care nu au ajuns la o concluzie definitivă. Rezultatele pozitive obținute de unii autori au fost infirmate de rezultatele obținute de alți autori. O serie de autori au folosit ca antigen culturile moarte ale unor paraziți și rezultatele obținute au arătat existența unei acțiuni încă nesigure a vaccinului de împiedicare a manifestării bolii.

Nici rezultatele obținute prin folosirea ca vaccin a extractelor din culturile paraziților, care au fost pozitive, nu pot fi interpretate ca rezultat al reacției imunologice specifice.

În celulele plantelor sănătoase a fost pusă în evidență prezența unor substanțe preexistente infecției (preformate), cu putere de aglutinare, de lizare și precipitare, care produc fenomene aparent asemănătoare cu cele provocate de anticorpii din organismul animal (imunizarea pasivă).

Aceste substanțe au fost numite de C a r b o n e și A r n a u d i pseudoanticorpi.

În sucul plantelor sănătoase există trei categorii de pseudoanticorpi care dau fitoimunitate: *pseudolizine*, care au o acțiune litică asupra bacteriilor, *pseudoaglutinine*, care produc aglutinizarea bacteriilor, și *pseudoprecipitine*, cu acțiune de precipitare asupra bacteriilor. Pseudoanticorpii nu pot împiedica atacul paraziților, ci provoacă numai o acțiune de inhibare a creșterii lor în interiorul țesuturilor; aduși într-o stare de slăbire, paraziții pot fi distruși mai ușor de celelalte reacții de apărare ale plantei.

Introducînd ser aglutinizat foarte activ în plante de *Pelargonium*, C a r b o n e și A r n a u d i (1930) au obținut o imunizare pasivă a plantelor împotriva bacteriei *Agrobacterium tumefaciens*.

În cazul virusurilor, ca urmare a procesului de desensibilizare a organismului, planta nu mai răspunde la infecția generală printr-o îmbolnăvire însoțită de simptomele caracteristice bine pronunțate sau dobîndește capacitatea să suporte asimptomatic o infecție generală. De exemplu, în cazul reinfectării plantelor de tutun cu virusul pătării inelare a cartofului nu apar simptomele tipice ale bolii, pe cînd la plantele neinfectate în prealabil, îmbolnăvirea se manifestă normal. Datorită reacțiilor de protecție antiinfecțioase (formarea anticorpilor împotriva

virusului), frunzele de tutun conțin numai 10—20% din cantitatea de virus care se găsea în frunzele inițial infectate.

În cazul înmulțirii vegetative, rezistența dobîndită se transmite la cel puțin 10 generații vegetative, care transmit virusul, dar rămîn purtătorii asimptomatici ai virusului. Acest fapt prezintă un interes practic deosebit, deoarece rezistența dobîndită la virusul pătării inelare nu se transmite prin sămînță. De asemenea, anticorpii împotriva virusului și rezistența dobîndită la acest virus nu se transmite de la portaltoiul infectat la altoiul sănătos; ceea ce se transmite de la unul la celălalt este numai virusul.

După cum s-a constatat în cazul altor viroze, o dată cu virusul se poate transmite și rezistența față de virus. De exemplu, în cazul virusului încrețirii sfeclei de zahăr, lăstarii laterali, ca și planta-mamă, posedă rezistență față de virus, care se păstrează în cursul reproducerii vegetative cel puțin patru generații. Aceste plante, care sînt purtători asimptomatici ai virusului, infectîndu-se din nou cu același virus, nu mai prezintă simptome intense de boală.

Cunoașterea fenomenului de rezistență dobîndită la plante față de agenții patogeni și în special față de virusuri prezintă o deosebită importanță practică. Problema pericolului pe care-l prezintă înmulțirea vegetativă a unor plante poate să apară în altă lumină în cazurile în care rezistența dobîndită se transmite generațiilor vegetative următoare. Faptul că în condițiile din Anglia infecția solului de cartof King Eduard cu virusul Z n-a fost o piedică importantă pentru răspîndirea acestui soi în cultură a făcut să se creadă că infectarea profilactică a culturilor de cartof ar putea constitui, în perspectiva mai îndepărtată, un mijloc de a obține continuu culturi rezistente la anumite virusuri. Problema premunizării artificiale polivalente a plantelor contra virusurilor nu s-a conturat încă suficient pentru a se putea elabora o metodă care să fie recomandată în producție. Ea constituie însă un stimulent important pentru cercetările viitoare în această direcție, care lasă să se întrevadă posibilități noi de a rezolva în viitor problema combaterii unor viroze la plantele cu înmulțire vegetativă.

Cauzele modificării rezistenței plantelor la boli

Rezistența naturală genotipică și fenotipică (înnăscută și aparentă) nu este întotdeauna o însușire constantă, invariabilă; ea poate să fie modificată, mărită sau micșorată, ca urmare a acțiunii unor factori interni, specifici plantei-gazdă și agentului patogen sau raportului parazitar dintre aceștia, în interdependența lor de condițiile mediului înconjurător.

Modificările rezistenței produse de diferite cauze sînt în general caracteristice pentru fiecare plantă și agent patogen; ele variază însă

între limitele condiționate genotipic, în funcție de influența factorilor externi. Limitele de variație ale rezistenței sînt mai largi și mai accentuate la formele la care această însușire prezintă o labilitate mai pronunțată, în special la acelea care au un grad intermediar de rezistență.

Modificările rezistenței la boli legate de fluctuațiile vitalității plantelor

Gäumann (1951) înțelege prin vitalitate energia vitală a plantelor, intensitatea cu care ele reacționează la acțiunile mediului înconjurător. Vitalitatea determină capacitatea de reacție a organismului vegetal; ea este un factor complex, determinat de un număr mare de factori, a căror acțiune cu greu poate fi analizată separat, deoarece aceștia acționează simultan și conjugat. Luînd în ansamblu efectele tuturor factorilor care determină vitalitatea plantelor, Gäumann distinge următoarele două tipuri de modificări ale rezistenței la boli sub influența vitalității plantelor, în funcție de caracterul raporturilor dintre parazit și plantă: în cazul raporturilor eusimbiotice, creșterea vitalității plantelor duce la mărirea rezistenței și invers; în cazul relațiilor (asociațiilor) parabiotice, mărirea vitalității plantelor duce la descreșterea rezistenței și invers.

Există o grupă de ciuperci care se încadrează în primul caz și care se numesc paraziți de debilitate, de slăbire, față de care plantele cu o vitalitate mare, viguroase sînt rezistente (ciupercile *Botrytis cinerea*, *Chrysomyxa abietis*, specii ale genurilor *Cladosporium*, *Macrosporium* etc.). Și vigoarea hibridă (heterozisul) care caracterizează descendenții în F_1 dintre liniile consangvinizate poate duce la modificări importante ale rezistenței plantelor la boli. Așa, de exemplu, la porumb, vigoarea hibridă este însoțită, în unele cazuri, de mărirea rezistenței la tăciunele comun al porumbului (Rădulescu și Munteanu, 1964).

Tot la acest tip s-ar încadra așa-numitele boli de seră (Gäumann, 1951), care apar la plantele cultivate în seră în condițiile de scădere a vitalității plantelor, ca urmare a insuficienței luminii sau a altor factori importanți ai mediului. Gäumann citează apoi cazul atacului puternic al ciupercii *Stereum purpureum* la prun, care se produce în perioadele de vitalitate redusă a pomilor (iarna). Faptul observat de mulți autori că plantele introduse într-o regiune din alte regiuni cu condiții diferite de vegetație manifestă o sensibilitate la bolile față de care sînt rezistente în patria de origine se explică prin scăderea vitalității lor, ca urmare a creșterii în condiții noi de mediu la care nu sînt adaptate. În legătură cu aceasta sînt citate scăderea rezistenței pinului la atacul de *Lophodermium pinastri* prin transplantarea sau creșterea lui în alte condiții de mediu.

Al doilea tip de modificare a rezistenței, determinat de raporturile parazitare parabiotice, se întîlnește la multe boli produse de ciuperci parazite obligate (la cereale creșterea vitalității plantelor-gazdă

este însoțită de o creștere a sensibilității lor la rugini). R a i n e s (1922) constată o creștere simțitoare a atacului de rugină la ovăz, paralel cu creșterea spațiului de nutriție pentru o plantă.

Modificările ontogenetice ale rezistenței plantelor la boli

În procesul dezvoltării ontogenetice, rezistența plantelor și a diferitelor organe poate să se modifice, în cadrul limitelor genotipice și uneori peste aceste limite, în funcție de vîrsta plantelor și a organelor sale și de condițiile externe din diferitele faze ale perioadei de vegetație.

Modificările ontogenetice ale rezistenței în raport cu vîrsta tînără, mijlocie și înaintată a plantei-gazdă pot fi grupate în următoarele 6 cazuri mai importante: 1) rezistența mai mare în faza tînără și mai mică în celelalte două faze; 2) rezistența mai mare în faza înaintată și mai mică în faza tînără și mijlocie; 3) rezistența mai mare în faza mijlocie și mai mică în faza tînără și bătrînă; 4) rezistența mai mare în faza timpurie și în faza înaintată și mai mică în faza mijlocie; 5) rezistența mai mare în faza mijlocie și de bătrînețe; 6) rezistența mai mică în toate fazele ontogenetice.

Pentru primul caz de modificări ale rezistenței, se pot cita numeroase exemple din toate categoriile de rezistență caracteristice diferitelor faze ale patogenezei. O rezistență la atacul de *Helminthosporium papaveris* (rezistență aparentă) pot să arate plantele tinere de mac abia răsărite, dezvoltate după semănat într-o perioadă de temperaturi scăzute, care nu a permis germinarea conidiilor de pe semințe și creșterea miceliului din semințe, conferind plantelor o rezistență în stadiul tînăr (R ă d u l e s c u și colab., 1961).

O rezistență mai mare la infecție și la răspîndirea în țesuturi a agentului patogen în primele faze de dezvoltare a unor organe a fost observată, de exemplu, la spicele de grîu la infecția și îmbolnăvirea cu *Fusarium graminearum* (A n d e r s e n, 1948), la frunzele de sfeclă față de infecția cu *Cercospora beticola*, la frunzele de grîu față de *Puccinia graminis*, la frunzele de trandafir față de ciuperca *Diplocarpon rosae* etc. O comportare asemănătoare se observă și la poliporaceele și agaricaceele care atacă tulpina arborilor și produc diferite putregaiuri.

În cazul al doilea se poate da ca exemplu rugina galbenă a grîului, produsă de *Puccinia glumarum tritici*, față de care unele soiuri de grîu prezintă în fazele mai avansate ale ontogenezei o rezistență mult sporită față de aceea manifestată în faza tînără. Este interesant faptul că această comportare caracterizează numai anumite soiuri de grîu sau numai cazurile cînd un soi este infectat cu anumite rase fiziologice.

În cazul al treilea, cînd rezistența este mai mare în perioada mijlocie a dezvoltării ontogenetice, poate servi ca exemplu comportarea grîului față de *Puccinia triticina*. În acest caz se observă o rezistență mai mare a frunzelor plantelor în perioada intermediară (înspicare, înflorire) și o rezistență mai scăzută în fazele tinere și foarte înaintate.

Cazul al patrulea este caracteristic pentru infecțiile cu *Uromyces appendiculatus* la fasole, cu *Puccinia coronifera* la ovăz, cu *Erysiphe graminis* la orz. În acest caz, frunzele plantelor prezintă o rezistență mai scăzută în fazele mijlocii și mai ridicată în fazele de tinerețe și de bătrînețe.

În cazul al cincilea se încadrează, de exemplu, comportarea plantelor la acei agenți patogeni care nu pot să pătrundă în interiorul plantei prin învelișurile exterioare cutinizate, suberificate sau lignificate ale plantei sau să se răspîndească în țesuturile ale căror celule au pereții celulozici sau lignificați. Astfel de agenți patogeni pot pătrunde și infecta numai țesuturile tinere meristematice. Rezistența plantei la acești agenți patogeni este minimă cînd țesuturile sînt tinere și crește pe măsură ce planta înaintează în vîrstă.

Exemplele cele mai tipice le găsim în grupa „bolilor plantulelor", care au primit această denumire prin aceea că agenții lor patogeni atacă de preferință tinerele plăntuțe cu țesuturile fragede, pe care le infectează fără dificultate. Dintre acestea amintim bolile produse de ciupercile *Pythium de baryanum*, *Corticium vagum*, *Phytophthora fagi*, *Olpidiaster radicis* etc.

O altă grupă de boli care sînt și mai tipice pentru acest caz o constituie bolile produse la cereale de *Ustilaginalele* cu infecție germinală, la care infecția se face exclusiv în faza cea mai tînără a plantei, în primele zile de dezvoltare a coltului, cînd miceliul acestor ciuperci poate străbate țesuturile fragede ale coleoptilului. După depășirea acestui stadiu de sensibilitate, care este relativ foarte scurt, plantele nu se mai pot infecta.

R ă d u l e s c u și colab. (1951) au stabilit, de exemplu, experimental că infecția plantelor foarte tinere de porumb cu *Sorosporium holci sorghi* f. *zeae* se face numai în primele zile de la apariția coltului. Procentul plantelor infectate atinge valoarea maximă cînd coltul are o lungime de 2—5 mm și descrește pe măsură ce coltul crește.

De asemenea, la unele organe se observă aceleași modificări ale rezistenței în raport cu fazele de creștere. Este, de exemplu, cunoscut faptul că frunzele de *Berberis vulgaris* (dracila) pot fi infectate de filamentele de infecție ale basidiosporilor de *Puccinia graminis* numai atunci cînd sînt tinere.

Un exemplu clasic care ilustrează modificări ale rezistenței fructelor la pătrunderea ciupercilor este acela al infectării boabelor de struguri cu ciuperca *Plasmopara viticola*. Această ciupercă poate infecta direct boabele de struguri numai cînd acestea sînt tinere; pe măsură ce înaintează în vîrstă, rezistența lor crește și devine absolută la o dezvoltare mai mare a boabelor. O creștere a rezistenței fructelor paralel cu dezvoltarea lor s-a observat și la fructele de tomate în infecțiile cu *Macrosporium tomato*. Fructele tinere, care au o cuticulă și un pericarp

fin, sînt foarte susceptibile, însă, pe măsura dezvoltării lor, grosimea și rezistența mecanică a acestora crește, și ciuperca nu le mai poate perfora.

În grupa a 6-a sînt cuprinse numeroase ciuperci care atacă plantele în toate fazele de vegetație cu aceeași intensitate. Unul din exemplele care caracterizează această grupă este acela al ciupercii *Botrytis cinerea*.

Modificările rezistenței în funcție de nutriția plantei-gazdă

Sub influența nutriției minerale, rezistența plantelor se poate modifica în ambele sensuri. Aceste modificări sînt în general nespecifice, ele manifestîndu-se față de un grup mai mare de agenți patogeni. Cunoașterea modificărilor produse de diferitele substanțe minerale prezintă un interes practic deosebit, deoarece prin dirijarea nutriției putem să prevenim micșorarea rezistenței plantelor la unele boli și în unele cazuri să realizăm chiar o sporire a rezistenței lor (mai ales în cazul rezistenței aparente). Prin dozarea și combinarea corespunzătoare a îngrășămintelor minerale de bază putem mări mult rezistența cerealelor la atacul speciilor de *Tilletia* și al celor de *Ustilago* cu infecție germinală. În solurile în care se administrează cantități mari de îngrășăminte scade mult rezistența cerealelor la rugini.

Îngrășămintele minerale pot provoca modificări atît structurale (acționînd asupra factorilor axeniei), cît și fiziologice (acționînd asupra reacțiilor de protecție).

Substanțele nutritive date sub forma de îngrășăminte minerale, ca și microelementele, pot influența metabolismul plantei și pot determina apariția unor structuri histologice și particularități biochimice și fiziologice care acționează ca factori ai rezistenței sau ai sensibilității.

Dintre cele trei elemente principale de nutriție care pot produce modificări esențiale ale rezistenței, azotul este cel mai important. Cînd este administrat în exces, mai ales în absența fosforului și potasiului, el micșorează rezistența plantelor la anumite boli, cum sînt ruginile cerealelor produse de specii ale genului *Puccinia*, arsura orezului, produsă de *Piricularia oryzae* etc. Acțiunea azotului se traduce prin subțierea cuticulei și a pereților celulari, mărirea celulelor, lungimea perioadei de vegetație etc., care toate conduc la mărirea sensibilității plantelor la bolile amintite.

În cazul altor boli, cum sînt cele produse de ustilaginalele cu infecție germinală, care atacă mai ales gramineele, îngrășămintele azotate măresc rezistența plantelor. R ă d u l e s c u (1962) raportează despre unele experiențe în care s-a constatat o sporire considerabilă a rezistenței plantelor de *Agrostis tenuis* la infecția cu *Tilletia decipiens*.

Îngrășămintele potasice și fosfatice în general sporesc rezistența plantelor la boli. Ele acționează în sens invers azotului, adică determină îngroșarea cuticulei și a pereților celulari, formarea elementelor mecanice, scurtarea perioadei de vegetație a plantelor etc.

Prin administrarea îngrășămintelor fosfatice în culturile de sfeclă se obține o sporire a rezistenței plantelor la atacul ciupercii *Phoma betae*. De asemenea, îngrășămintele potasice aplicate la pomii fructiferi sporesc rezistența acestora față de atacul de *Agrobacterium tumefaciens*. Administrarea de îngrășămînt potasic în terenurile cultivate cu fasole sporește rezistența acesteia la atacul bacteriei *Xanthomonas phaseoli*.

Dintre microelemente, manganul sub formă de sulfat sporește rezistența plantelor la fasole la atacul ciupercii *Botrytis cinerea*, iar litiul mărește rezistența grîului față de rugina galbenă și față de făinare. Sulful și sulfatul feros sporesc rezistența plantelor la unele boli cum este rîia neagră a cartofului, produsă de ciuperca *Synchytrium endobioticum*.

Borul joacă un rol deosebit de important în sporirea rezistenței plantelor la unele boli cum sînt rugina brună și galbenă a grîului și făinarea cerealelor ; în cazul cerealelor atacate de ciuperca *Helminthosporium sativum*, el are o influență negativă, micșorînd rezistența plantelor.

Modificările rezistenței în funcție de factorii pedoclimatici

Reacția solului. Gradul de aciditate a solului (pH) poate produce o modificare a rezistenței plantelor la boli. În terenurile infestate de ciuperca *Plasmodiophora brassicae*, reacția neutră sau alcalină a solului mărește rezistența plantelor de varză la atacul acestei ciuperci. În cazul altor boli, rezistența plantelor este mărită de un pH acid al solului.

Aciditatea solului poate să influențeze rezistența plantelor la unii agenți patogeni cu infecție germinală.

Starea fizică a solului. În terenurile ușoare, nisipoase, rezistența cartofului la atacul ciupercii *Synchytrium endobioticum* crește. Grîul este mai rezistent la atacul ruginii negre în terenurile mai sărace în apă.

Temperatura. Acționînd asupra celor doi parteneri separat și asupra cuplului parazit-plantă, temperatura poate să modifice rezistența plantei-gazdă, modificînd însușirile parazitului și ale plantei și mersul proceselor patologice.

Temperatura poate să modifice atît rezistența pasivă (axenia), cît și rezistența activă, bazată pe reacțiile de apărare a plantei. Astfel, la temperaturi ridicate, plantele de cartof sînt mai rezistente la infecția cu *Phytophthora infestans* ; în aceleași condiții crește și rezistența în cîmp a plantelor de grîu (la unele soiuri) la rugina galbenă (R ă d u-

lescu, 1934). O creştere a rezistenţei la temperaturi ridicate s-a observat şi la piersic în legătură cu atacul de *Taphrina deformans*.

Sînt însă unele cazuri în care temperaturile scăzute determină creşterea rezistenţei la boli. Aşa, de exemplu, grîul este mai rezistent la atacul de *Puccinia graminis* la temperaturi mai joase. Cînd grîul germinează la o temperatură mai joasă a solului, rezistenţa lui (aparentă) la infecţia cu mălură creşte şi invers. Un caz similar este şi acela al porumbului, care manifestă o rezistenţă (aparentă) la atacul ciupercii *Sorosporium holci sorghi*, cînd în timpul germinării seminţelor temperatura solului este scăzută (Rădulescu şi colab., 1961).

Umiditatea. Gradul de rezistenţă a plantei la boli poate fi influenţat într-un sens sau altul de umiditatea din sol, din atmosferă şi din plantă. În condiţii de umiditate scăzută în sol, plantele de sorg şi de ovăz manifestă o rezistenţă sporită faţă de atacul ciupercilor *Sorosporium holci sorghi*, respectiv *Ustilago avenae*. De asemenea, în cazul atacului de *Erwinia amylovora* la păr, atacul creşte paralel cu conţinutul în apă al solului.

Lumina. Rezistenţa plantelor la boli poate fi modificată şi de condiţiile de lumină. În cazul ruginilor cerealelor, o scădere a intensităţii luminii măreşte rezistenţa cerealelor la rugini. Lumina mai slabă, reducînd intensitatea asimilaţiei clorofiliene, creează condiţii mai puţin favorabile dezvoltării paraziţilor obligaţi care produc aceste boli. De asemenea, plantele de grîu sînt mai rezistente faţă de atacul de *Gibberella zeae* în condiţii de lumină mai intensă şi invers. O comportare asemănătoare s-a observat la grîu în cazul atacului de *Tilletia controversa* şi la diferite plante atacate de *Botrytis cinerea* sau de unele specii de *Fusarium*.

Viroze

Date despre existenţa virozelor plantelor au existat cu mult înainte de descoperirea virusurilor. Astfel în 1576 olandezul Carolus Clusius descrie o virozã a lalelelor, cunoscută sub numele de pătarea lalelelor *(Tulip breaking)*.

Începînd cu a doua jumătate a secolului al XVIII-lea, în unele publicaţii engleze se menţionează scăderea producţiei de cartof datorită degenerării. În 1772 Societatea agricolă din Manchester oferă un premiu pentru clarificarea cauzelor acestui fenomen, considerat de Anderson în 1792 de natură infecţioasă.

Mozaicul la *Abutilon (Abutilon striatum* Dick var. *Thompsonii)* a fost descris în Anglia în 1868. Tot spre sfîrşitul secolului al XIX-lea sînt descrise în Java boala „serech" şi mozaicul trestiei de zahăr. Boala denumită de Mayer (1886) mozaicul tutunului a fost descrisă de van Swieten în 1859. Experienţele lui A. Mayer, efectuate la staţiunea din Wageningen, referitoare la transmiterea bolii prin inoculare de suc, inactivarea agentului patogen prin căldură, filtrarea prin hîrtie ş.a. sînt considerate ca începuturile cercetărilor moderne în virologie.

Cercetătorul rus D. I. Ivanovski (1892) are meritul de a fi stabilit, pentru prima dată, diferenţa dintre virusuri şi microorganisme, arătînd că sucul extras din plantele cu simptome de mozaic îşi păstrează capacitatea de infecţie după trecerea lui prin filtrele care reţin bacteriile. La aceeaşi concluzie ajunge M. W. Beijerinck (1898), denumind agentul infecţios „contagium vivum fluidum". Începutul cercetărilor asupra virozelor netransmisibile prin inoculare de suc pot fi considerate experienţele americanului E. F. Smith (1891) privind transmiterea prin altoire a îngălbenirii şi rozetei piersicului.

Cercetările de epidemiologie au început cu experienţele de transmitere prin cicada *Nephotettix apicalis* var. *cincticeps* a pitiriei orezului, efectuate de către Takami în 1901, rolul afidelor în transmiterea virozelor fiind demonstrat de către Allard (1915) şi Botjes.

Contribuţii importante la cunoaşterea bolilor care produc degenerarea cartofului au fost aduse de către Appel (1907) şi Quanjer (1913). Nishamura (1918) arată pentru prima dată că plantele infectate nu manifestă totdeauna simptome externe. În 1928 Holmes descoperă leziunile locale produse de virusul mozaicului tutunului (VMT)

la *Nicotiana glutinosa*. Tot în această perioadă, unii autori americani au dovedit că virusurile nu constituie unități omogene, ci sînt constituite din tulpini care pot produce simptome deosebite la aceeași gazdă. Thung (1931) arată că plantele inoculate cu un virus nu mai pot fi infectate cu tulpini ale aceleiași specii.

Folosind substanțe care precipită proteinele, Mulvania (1926), Vinson și Petre (1929) au obținut din sucul plantelor de tutun infectate cu virusul mozaicului tutunului primele sedimente infecțioase, natura proteică a virusului mozaicului tutunului fiind definitiv demonstrată prin cercetările clasice efectuate de Stanley (1935, 1936). Prin precipitări cu sulfat de amoniu, el obține o substanță infecțioasă de natură proteică, care poate fi cristalizată sub formă de paracristale aciforme și nu-și pierde capacitatea de infecție prin dizolvări și cristalizări repetate. Bawden și colab. (1936) au arătat că principiul infecțios al virusului mozaicului tutunului are caracterul unei nucleoproteine, conținînd acizi nucleici de tipul ribozei. Următorul pas important a fost punerea în evidență a virusului mozaicului tutunului de către Kausche, Pfankuch și Ruska (1939) cu ajutorul microscopului electronic. Deosebit de importante sînt descoperirile mai recente efectuate de Gierer și Schramm (1956) și Fraenkel-Conrat (1956), confirmate apoi de numeroși cercetători. Ele demonstrează că acidul nucleic este răspunzător de producerea infecției, fracția proteică avînd rolul de a proteja acidul nucleic, care este deosebit de sensibil. Primele sisteme de nomenclatură și clasificare au fost elaborate de J. Johnson (1927), K. M. Smith (1937) și H. O. Holmes (1939), problema taxonomiei și sistematizării virusurilor fiind deosebit de actuală și în prezent.

În ultimele decenii, cercetările asupra virusurilor plantelor, ale omului, ale animalelor și ale altor viețuitoare au cunoscut o mare dezvoltare, datele noi obținute fiind din ce în ce mai greu de urmărit. Prin cercetările fundamentale efectuate de cercetători de specialități diferite a luat naștere *virologia*, o ramură de sine stătătoare a biologiei.

MORFOLOGIA ȘI FIZIOCHIMIA VIRUSURILOR

Forma și mărimea particulelor

Unitățile infecțioase ale virusurilor plantelor, așa-numitele „particule de virus", pot fi observate numai cu microscopul electronic. Deși cercetările în acest domeniu au început numai în ultimele trei decenii (Kausche și colab., 1939), în prezent se cunoaște morfologia a peste 70 de virusuri care infectează diferite specii de plante, criteriul morfologic fiind deosebit de important pentru clasificarea și stabilirea relațiilor dintre diferitele virusuri (Brandes și Wetter, 1959).

După forma particulelor, virusurile pot fi împărțite în mai multe grupe :

— *virusurile alungite*, care se prezintă sub formă de particule lungi, drepte (rigide) sau flexuoase (flexibile) (fig. 30, a). Grosimea lor este puțin diferită, variind între 10 și 20 mμ. Criterii importante de caracterizare și separare a virusurilor din această grupă sînt lungimea medie (X) abaterea standard (s) și lungimea normală. Prin lungime normală, denumită de către unii autori și lungimea cea mai frecvent întîlnită, înțelegem lungimea medie a particulelor din clasa cu frecvență maximă a șirului de variație (Brandes, 1964). Lungimea normală a virusurilor cunoscute pînă în prezent are valori foarte diferite, cuprinse între 120 mμ (virusul mozaicului dungat al orzului) și 1 725 mμ (virusul necrozei ierburilor de nutreț). Virusurile cu lungime normală identică sau foarte apropiată se consideră că fac parte din aceeași grupă care poartă denumirea unuia dintre acestea (Brandes și Wetter, 1959 ; Brandes, 1964). Virusurile din aceeași grupă morfologică posedă și alte caractere de înrudire.

Poligonul de distribuție a lungimii particulelor prezintă, de obicei, pe lîngă vîrful maxim, vîrfuri secundare. Cele cu o valoare dublă față de vîrful maxim reprezintă particulele agregate, iar particulele mai mici apar prin fragmentarea particulelor de lungime normală sau pot avea o altă origine, încă incomplet elucidată. Există, de asemenea, virusuri ale căror particule au două lungimi normale (virusul rattle al tutunului, virusul brunificării mazării ș.a.). De regulă, particulele scurte sînt neinfecțioase ;

— *virusurile sferice mici* (Köhler, 1964), care au formă rotundă (sferică), cu diametrul cuprins între 17 și 30 mμ (fig. 30, b). Cercetate prin metode adecvate, particulele sferice s-au dovedit a fi poliedrice, reprezentînd formații ikosaedrice (cu 10 fețe).

Ținînd cont de structura particulelor, virusurile alungite se mai numesc cu simetrie elicoidală, iar cele sferice virusuri cu simetrie ikosaedrică ;

— *virusurile sferice mari*, care formează o grupă aparent eterogenă. Cel mai mic dintre acestea (virusul mozaicului conopidei) are 50 mμ în diametru și este transmisibil prin afide, iar cel mai mare (virusul îngălbenirii și piticirii cartofului) are 130 mμ în diametru și se transmite, ca și alte virusuri din această grupă (virusul tumorigen și virusul piticirii orzului), prin capside. Tot aici aparține virusul petelor de bronz (85 mμ în diametru), transmisibil prin specii de *Trips*.

Ca și în cazul virusurilor alungite, la multe virusuri sferice (virusul mozaicului adevărat al bobului, virusul mozaicului dovleacului ș.a.), s-a pus în evidență existența particulelor de diferite mărimi și cu un conținut variat de acid ribonucleic, particulele mai mici fiind neinfecțioase (Paul, 1963/1964).

Virusul mozaicului lucernei ocupă un loc special, avînd particule baciliforme (fig. 30, c), groase de 18 mμ și de lungime foarte variabilă (30—58 mμ Gibbs și colab., 1963).

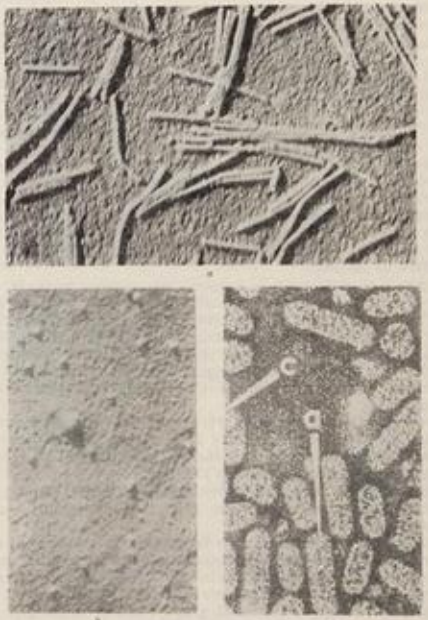


Fig. 30. — Morfologia particulelor unor virusuri.
a, virusul mozaicului tutunului, 42 000 X (după Pop și Prodan); b, un virus izolat de la ovăz (după Pop și Prodan); c, virusul mozaicului lucernei, colorat negativ (după Gibbs și colab.).

Din plante de porumb cu simptome de mozaic s-a izolat, de asemenea, un virus cu totul deosebit (Herold și colab., 1960). Particulele acestuia sînt de forma unor bastonașe de 48/224 mμ, prezentînd o membrană externă și o structură internă specială. Formații neobișnuite s-au pus în evidență și în cazul altor viroze.

Structura particulelor

Prin cercetările electrono-microscopice, chimice și analizele roentgenografice s-a reușit să se studieze structura internă a particulelor virotice și să se determine funcțiile biologice ale diferitelor componente (Knight, 1964).

Toate virusurile plantelor cercetate s-au dovedit a fi formate din acid ribonucleic (ARN) și proteină.

Cel mai bine studiat din acest punct de vedere este virusul mozaicului tutunului (VMT). Particulele acestuia (bastonașe drepte de 15/300 mμ) au o constituție spiralată. Fracția proteică este compusă din 2 130 de subunități identice, cu o greutate moleculară de circa 17 300, iar lanțul polipeptidic este format din 20 de aminoacizi diferiți. Felul, proporția și poziția aminoacizilor determină o mare variabilitate în structura proteinei, care diferă de la un virus la altul (Wittman și Paul, 1951). ARN constituie un singur lanț polinucleotidic, lung de aproximativ 3 300 mμ și cu o greutate moleculară de aproximativ 2 milioane. Atît subunitățile proteice, cît și ARN sînt dispuse în spirală (Franklin și colab., 1959), primele formînd învelișul exterior, iar ultimul fiind „îngropat" în partea internă a subunităților proteice (fig. 31). Distanța dintre spirale este de 23 Å. Centrul particulelor este „gol", formînd un canal de 35—40 Å în diametru. Prin hidroliză s-a constatat că ARN este format din 4 nucleotide (acizi : adenilic, guanilic, citidilic și uridilic), proporția acestora variind de la virus la virus (Knight, 1963). Structura spiralată a fost pusă în evidență și în cazul altor virusuri alungite.

Proporția de ARN în virusurile alungite este redusă, fiind de 5% la VMT și virusul rattle și de 6% în cazul virusului X (Knight, 1964).

Unitatea infecțioasă a particulelor este ARN, care conține toate „informațiile genetice" ale virusului. Acest fapt a fost demonstrat pentru prima dată la VMT, tar mai tîrziu și la alte virusuri alungite sau sferice (Schlegel, 1960). Deși relativ stabil față de temperatură, ARN este rapid inactivat de ribonucleaza prezentă în sucul celular. ARN și proteina separate din VMT pot fi recombinate *in vitro*, virusul reconstituit avînd o capacitate de infecție cu 60—70% mai redusă decît preparatul standard (Fraenkel-Conrat și Singer, 1959). Din subunitățile proteice pot fi obținute, de asemenea, particule cu o structură normală care în lipsa acidului nucleic nu sînt infecțioase.

Cercetările privind structura particulelor virusurilor sferice arată că subunitățile proteice ale acestora sînt îmbinate între ele, formînd

o sferă cu un singur strat (goală), acidul nucleic găsindu-se la interior, printre subunitățile proteice (fig. 32). Numărul subunităților proteice este diferit, fiind de 32 în cazul virusului mozaicului galben al napului (Nixon și Gibbs, 1960) și de 120 în cazul virusului piticiriei și îndesirii tomatelor (Magdoff, 1960), greutatea moleculară individuală a ultimelor fiind de circa 60 000.

Greutatea moleculară a virusurilor sferice variază între 1,9 și 9 milioane, constanta de sedimentare între 50 și 131, iar conținutul în ARN între 17 și 37% (Köhler, 1964).

În ultimul timp au fost propuși termeni noi pentru denumirea diferitelor părți ale particulei sau ale diferitelor stadii de dezvoltare ale acesteia (Caspar și colab., 1962). Termenul de *virus* este aplicabil în general la toate fazele de dezvoltare. Prin noțiunea de *virion* se înțelege particula de virus matură, ea putînd fi sinonimă cu *nucleocapsid* sau poate fi *nucleocapsidul* într-un înveliș. *Capsida* este capsula sau tubul de proteină conținînd acidul nucleic și probabil alți componenți, cum sînt poliaminele, recent descoperite (Johnson și Markham, 1962). Capsida este compusă din unități structurale mici, agregate în unități morfologice numite *capsomere*, suficient de mari pentru a fi observate la microscopul electronic.

Cristalinitatea virusurilor plantelor

Particulele virusurilor alungite, cum este virusul mozaicului tutunului (VMT), formează în plantele infectate cristale adevărate sub formă de plăci neregulate sau hexagonale. Agregate periodice tridimensionale, nestabile au fost observate ocazional și în preparatele purificate. VMT, virusurile 3 și 4 ale castravetelui, precum și X și Y ale cartofului, pot fi obținute *in vitro*, din preparatele purificate, aplicînd diferite procedee (Pop și Paraschivescu, 1958), sub formă de paracristale aciculare (fig. 33, a). Spre deosebire de cristalele adevărate (tridimensionale), acestea se caracterizează numai printr-o simetrie bidimensională. Formații asemănătoare au fost puse în evidență și în unele celule ale perișorilor plantelor de tutun infectate cu VMT.

Virusurile izometrice (sferice) pot fi obținute *in vitro* sub formă de cristale adevărate. Astfel, virusul piticiriei și îndesirii tomatelor poate fi obținut sub formă de cristale rombice duodecaedrice (fig. 33, b), virusul mozaicului galben al napului sub formă de octaedri bipiramidali (fig. 33, c), virusurile necrozei tutunului sub formă de plăci netede, virusul pătării inelare a tutunului sub formă de plăci și duodecaedri, formînd de asemenea, cristale adevărate în plantele infectate, iar virusul mozaicului sudic al fasolei sub formă de plăci cristaline, probabil octorombice (Markham, 1959).

Fig. 31. — Modelul de constituție al virusului mozaicului tutunului (după Franklin și colab.).

Fig. 32. — Modelul de constituție al virusului tumorigen al trifoiului (după Hull).

Fig. 33. — Cristale formate de unele virusuri in vitro.

a, virusul mozaicului tutunului (original); b, virusul îndesirii tomatelor (după Bawden și Pirie); c, virusul îngălbenirii napului (după Markham și Smith).

Fig. 34. — Separarea virusului mozaicului tutunului dintr-un preparat purificat concentrat (original).

Fig. 35. — Activitatea optică a marginei unei picături conținînd virus purificat (VMT), fotografiată la încrucișarea nicolilor (original).

Cercetările de suprafață efectuate cu ajutorul microscopului electronic arată că formațiile cristaline sînt formate din numeroase particule de virus, aranjarea lor manifestînd un înalt grad de regularitate.

Sub numele de „cristale lichide" se înțelege lichide care posedă proprietatea de dublă refracție. Deosebirea dintre cristalele adevărate și cele lichide nu constă în faptul că unele sînt solide și altele lichide, ci în gradul de regularitate cu care sînt aranjate unitățile constitutive (B a w d e n, 1956), la ultimele aceasta fiind incompletă. Cristalele lichide (pseudocristalele VMT) sînt formate prin orientarea paralelă a particulelor, la distanțe egale, avînd o regularitate bidimensională în unghi drept cu direcția particulelor, dar aranjate neregulat în direcția lungimii.

Preparatele purificate ale virusurilor alungite manifestă și alte proprietăți care reflectă tendința particulelor de a se orienta paralel și de a se organiza în mănunchiuri. Preparatele concentrate în virus, menținute în repaus, se separă în două straturi, fenomen cunoscut sub numele de stratificare (fig. 34). Stratul inferior, constînd dintr-o concentrație mare de particule orientate, este puternic birefringent. Prin birefringență în flux înțelegem capacitatea preparatelor lichido-cristaline de a roti planul de polarizare a luminii datorită scurgerii particulelor într-un plan orientat (fig. 35).

Cristalinitatea virusurilor nu trebuie considerată ca un fenomen neobișnuit. Ea arată însă un grad înalt de regularitate și echivalență a particulelor unui virus. Singura metodă pentru studiul configurației tridimensionale internă a virusurilor într-o stare hidratată, biologic activă este difracția cu raze X (C a s p a r, 1964).

Alte proprietăți ale virusurilor

Stabilitatea in suc. După un timp, sucul extras din plantele infectate cu virusurile transmisibile mecanic își pierde capacitatea de infecție. Timpul de la extragerea sucului și pînă la pierderea totală a capacității de infecție este cunoscut sub numele de rezistență (longevitate) *in vitro*. În funcție de virus, ea variază de la cîteva ore pînă la mai mulți ani, fiind folosită ca o măsură a stabilității virusurilor în suc. După unii autori (N i t z a n y și F r i e d m a n, 1963), stabilitatea în suc a virusurilor plantelor poate fi caracterizată mai bine luînd în considerare timpul după care capacitatea de infecție a sucului este redusă la jumătate. Longevitatea în suc este influențată de mulți factori. Astfel, longevitatea virusului petelor de bronz este mărită prin aducerea sucului la pH 7 sau prin adăugarea de substanțe reducătoare. Inactivarea apare mai rapid la virusurile care se găsesc în suc crud decît în stare purificată. B r a k k e (1962) a arătat însă că stabilitatea preparatelor purificate ale virusului mozaicului dungat al orzului este

condiționată de prezența unei fracții a plantei-gazdă. În cazul virusurilor alungite, inactivarea *in vitro* este urmată la scurt timp de pierderea proprietăților serologice, în timp ce cele sferice își păstrează timp mai îndelungat proprietățile serologice și de cristalizare.

Diluția limită. Prin aceasta se înțelege limita pînă la care sucul brut, extras din plantele bolnave este necesar să fie diluat pentru a-și pierde capacitatea de infecție. Ea variază la diferite virusuri de la mai puțin de 1 : 100 pînă la peste 1 : 1 000 000. La același virus, datele obținute variază în funcție de concentrația virusului în suc și de planta-test folosită.

Influența pH-ului. Ca și proteinele, virusurile rămîn stabile numai în anumite limite ale concentrației în ioni de H, se inactivează la diferite valori pH și variază în ceea ce privește rezistența lor la baze și acizi. Astfel, virusul Y este inactivat la pH sub 4,5 ; X și virusul pătării inelare a tutunului sub pH 4, iar VMT și virusul piticirii și îndesirii tomatelor sub pH 2. Infecțiozitatea VMT rămîne neschimbată pînă la pH 8, fiind inactivat rapid la pH 10. Ca și în cazul inactivării termice, limitele pH între care are loc inactivarea fără pierderea proprietăților serologice (denaturarea proteinei) sînt mai mari la virusurile sferice decît la cele alungite. Virusurile alungite precipită la punctul lor izoelectric, cele sferice fiind solubile la toate valorile pH la care sînt stabile. Astfel, VMT precipită total, în prezența unor mici cantități de săruri, la pH 3,3, iar în lipsa acestora la pH 4,2. Virusul X se comportă mai variat față de pH, precipitînd parțial, în prezența sărurilor, la pH 4,5. Virusul Y și virusul mozaicului lucernei au solubilitatea cea mai redusă la pH 4,5.

Inhibarea infecțiozității. Extractele diferitelor plante, insectelor, bacteriilor, ciupercilor, precum și tripsina, ribonucleaza, laptele, serul sau alte produse animale au capacitatea de a forma complexe neinfecțioase cu un mare număr de virusuri. Infecțiozitatea poate fi recîștigată prin diluare sau acționînd cu factori care distrug sau desfac substanța activă. Acest fenomen de pierdere reversibilă a infecțiozității este cunoscut sub numele de inhibare. Unii factori inhibitori acționează nu numai asupra virusului, ci și asupra plantei-test.

Temperatura de inactivare. Rezistența virusurilor față de temperatură este diferită. Prin punctul de inactivare termică se înțelege temperatura minimă la care sucul infecțios, păstrat timp de 10 minute, își pierde total capacitatea de infecție. Temperatura de inactivare a virusurilor plantelor variază între 42°C (virusul petelor de bronz) și 93°C (VMT), majoritatea pierzîndu-și însă capacitatea de infecție la 55—70°C.

În cazul virusurilor alungite se observă o corespondență strînsă între valorile temperaturilor de inactivare stabilite de diferiți cerce-

tători, în timp ce la virusurile sferice acestea variază foarte mult. Cauzele acestei diferențe au fost stabilite cercetînd proporția inactivării și denaturării virusului la diferite temperaturi. S-a constatat că proporția inactivării virusurilor alungite crește prin ridicarea temperaturii mult mai rapid decît în cazul virusurilor sferice, coeficientul termic Q_{10} (raportul dintre proporția inactivării înregistrată într-un interval de 10°C) fiind mult mai mare la primele decît la ultimele. Capacitatea de infecție a virusului X este puțin afectată la 39°C, dar este complet distrusă la 68°C. La virusul piticirii și îndesirii tomatelor, inactivarea termică este foarte lentă, fiind necesară ridicarea temperaturii cu o valoare mai mare de 30°C pentru a obține o pierdere totală a infecțiozității. Inactivarea virusurilor din prima grupă este urmată la scurt timp de denaturarea particulelor, în timp ce virusurile sferice își păstrează proprietățile serologice și după pierderea infecțiozității. Rezultatele variabile obținute la virusurile sferice se explică prin posibilitățile mai largi de influențare a datelor de către diferiți factori (pH, oxidare ș.a.) datorită coeficientului termic redus. Inactivarea virusurilor prin temperatură variază în funcție de tulpină, de concentrația virusului, pH ș.a. Astfel, la pH 7 VMT este inactivat la 75°C, iar la pH 5,5 la 90°.

Atît în cazul virusului complet, cît și al ARN liber, descreșterea infecțiozității sub influența temperaturii are loc după o curbă exponențială, valoarea lui Q_{10} fiind mai mare în cazul ARN liber (Ginoza, 1958). La virusul necrozei tutunului s-au identificat tulpini care diferă în ceea ce privește cinetica inactivării, ridicînd probleme noi privind termoinactivarea (Babos și Kassanis, 1963).

Inactivarea totală sau parțială a virusurilor *in vivo* are loc la temperaturi mai scăzute decît *in vitro*, dînd posibilitatea obținerii unor descendențe sănătoase din plante infectate.

Inactivarea fără pierderea proprietăților serologice. Prin expunere la formaldehidă, acid azotos, perhidrol sau raze X, ultraviolete sau unde ultrascurte, preparatele virotice își pierd capacitatea de infecție, în timp ce proprietățile serologice și în primele cazuri și cele fizico-chimice rămîn neafectate. Razele X și ultraviolete distrug infecțiozitatea fără a afecta lungimea particulelor sau alte proprietăți, în timp ce ultrasunetele produc fragmentarea transversală a virusurilor. Aceasta are ca urmare pierderea unor proprietăți optice și cristalografice, proprietățile serologice fiind afectate numai în sensul măririi zonei de inhibiție datorită excesului de antigen.

Inactivarea prin ultraviolete se datorește absorbției radiațiilor de către bazele purinice și pirimidinice ale ARN. Inactivarea este ireversibilă și are loc după o curbă exponențială (Bawden și Kleczkowski, 1953). La VMT, maximum de absorbție este la lungimi de undă în jur de 260 mμ. Unele tulpini ale VMT, inclusiv ARN, manifestă o sensibilitate diferită (Siegel și colab., 1956). Plantele inoculate cu preparate parțial inactivate, menținute la lumină, formează mai multe leziuni locale decît cele de la întuneric, ceea ce se datorește unei fotoreactivări în celulă (Bawden, 1964 a). Fotoreactivarea s-a observat la toate virusurile cercetate, cu excepția VMT și a virusului rattle, intensitatea ei variînd în funcție de virus.

Rezistența la presiune. VMT este inactivat numai la 8 000 de atmosfere, iar virusul necrozei tutunului la 3 000—5 000 de atmosfere. În ambele cazuri, preparatele își pierd atît capacitatea de infecție, cît și proprietățile serologice și cristalografice.

Rezistența la uscare și înghețare. VMT rezistă la uscare atît în frunze, cît și în stare pură. În urma unor uscări și dizolvări repetate, infecțiozitatea este redusă, iar proprietățile serologice și fizice sînt alterate. Alte virusuri sînt inactivate prin uscarea frunzelor sau a sucului. În fragmente mici de frunze, uscate rapid la 1°C și păstrate în exicator, unele virusuri instabile rămîn infecțioase timp de peste 1 an (McKinney, 1947). Virusul X se inactivează rapid în condiții de uscare lentă (frunze sau suc). La +4°C, sau înghețate, frunzele infectate, sau preparatele purificate își păstrează capacitatea de infecție un timp mai lung decît la temperatura camerei. Virusul mozaicului dungat al grîului este mai rapid inactivat la —10°C decît la +4°C (Pop, 1962). Liofilizarea (uscarea și înghețarea simultană) este cel mai bun procedeu de conservare a virusurilor în suc, precum și a antiserurilor (Holings și Lelliott, 1960).

INFECȚIA ȘI IMBOLNĂVIREA

Procesul de infecție

Între modul de infecție al virusurilor și cel al microorganismelor există o deosebire esențială. Spre deosebire de ciuperci și bacterii, la care procesul de infecție începe cu pătrunderea lor activă sau pasivă prin stomate, virusurile ajung în interiorul gazdei cu ajutorul omului, al animalelor sau al ciupercilor. Virusul trebuie introdus (incorporat) pasiv în celula sensibilă printr-o „rană" care să nu ducă la moartea acesteia. Rănile efectuate cu ajutorul abrazivului folosit la inocularea virusurilor plantelor transmisibile prin suc creează sau permit accesul agentului infecțios la așa-numitele „locuri infectabile". Cercetările efectuate asupra naturii fizice a acestora se referă atît la ectodesme, cît și la trichomele rupte. Susceptibilitatea locurilor infectabile este limitată în timp, după care ele dispar sau sînt transformate în centre de infecție. Crearea locurilor infectabile și incorporarea agentului patogen au loc aproape simultan (Siegel, 1966).

După incorporarea virusului urmează faza de adsorbție, care se caracterizează printr-un contact intim, o unire a virusului cu elementele celulei. Prin această locurile infectabile sînt transformate în centre de infecție. Procesul se petrece aproape instantaneu, fiind primul act fizic sau chimic atribuit virusului însuși (T a k a h a s h i, 1964).

La *Nicotiana glutinosa* infectată cu VMT, centrele de infecție se formează rapid și ireversibil. La frunzele de fasole infectate cu virusul necrozei tutunului însă poate avea loc, la început, o unire reversibilă între virus și locurile infectabile.

Majoritatea cercetărilor arată că transformarea unui loc infectabil în centru de infecție este determinată de o singură particulă de virus, care devine răspunzătoare de desfășurarea procesului de infecție. Restul particulelor care intră într-un loc infectabil rămîn inactive.

Imediat după faza de adsorbție, fracțiunea proteică a particulei de virus este desfăcută printr-un mecanism încă neelucidat. Acidul nucleic, astfel eliberat, intră în relații directe cu elementele celulei, inițiind procesul de înmulțire. Locurile infectabile pot fi detectate prin transformarea lor în centre de infecție, iar acestea se recunosc în momentul apariției primelor semne ale infecției (leziuni locale necrotice, clorotice sau bogate în amidon). Intervalul de la „dispariția" particulelor de virus inoculate, prin desfacerea proteinei, și pînă la apariția primelor particule noi sintetizate se numește perioada de eclipsă. Durata acesteia este greu de stabilit datorită dificultăților ivite în detectarea primelor particule nou sintetizate. În cazul VMT, ea a fost apreciată, pe baza datelor indirecte obținute cu tehnicile actuale, la aproximativ 2 ore, iar în cazul anumitor tulpini la 5 ore (S i e g e l și colab., 1957). Perioada de la inoculare pînă la posibilitatea practică de punere în evidență a virusului în frunza inoculată se numește perioada de latență, iar cea de la inoculare pînă la apariția simptomelor externe perioada de incubație. De la centrele de infecție, entitățile infecțioase sintetizate ajung în celulele sănătoase situate în imediată apropiere sau la distanță, provocînd o infecție locală sau sistemică, în funcție de sistemul virus-plantă-gazdă.

Înmulțirea virusurilor

În urmă cu cîteva decenii, majoritatea cercetătorilor considerau că nu există o deosebire esențială între înmulțirea virusurilor și a microorganismelor, presupunînd că aceasta ar avea loc, în ultimă fază, prin separarea, transversală sau longitudinală, a particulelor, urmată de creșterea unităților mici rezultate, pînă la formarea virusului „matur". Rezultatele moderne nu au putut confirma această ipoteză, ducînd la concluzia că virusurile au un sistem propriu de înmulțire (T a k a h a s h i, 1964).

Toate virusurile plantelor cercetate pînă în prezent s-au dovedit a fi formate din două componente — acid ribonucleic (ARN) și proteină. Proteina este lipsită de activitate enzimatică, nu este capabilă să inițieze procesul de infecție, aparent servind numai ca înveliș de protecție pentru ARN, care este deosebit de sensibil. Pe de altă parte, ARN este capabil să producă singur infecția, al cărei rezultat este formarea particulelor de virus tipice (complete), fiind astfel purtătorul informațiilor genetice care controlează nu numai reproducerea proprie, ci și a proteinei.

Noua concepție referitoare la înmulțirea virusurilor consideră că proteina și acidul nucleic sînt formate prin două procese biosintetice diferite (separate), dar înrudite ale gazdei, după care se combină, într-un mod încă necunoscut, pentru a forma particulele nucleoproteice complexe și stabile. Teoria biosintezei liniare coordonate, susținută de C o m m o n e r, nu este în concordanță cu datele experimentale. Ea este infirmată mai ales de identificarea unor tulpini ale virusului necrozei tutunului, virusului mozaicului tutunului și virusului rattle, lipsite de proteină, de prezența în plantele infectate a ARN și a proteinei-virus libere și de posibilitatea unirii *in vitro* a celor două componente în vederea obținerii particulelor de virus complete (S i e g e l și Z a i t l i n, 1964).

Majoritatea cercetărilor privind înmulțirea virusurilor au fost efectuate cu virusul mozaicului tutunului (VMT). Nici proteina X (proteina VMT nativă, liberă de acid nucleic), nici proteina A (proteina VMT obținută din particule infecțioase, liberă de acid nucleic) nu sînt infecțioase, acidul nucleic fiind singura entitate capabilă să producă procesul de infecție.

În decursul fazei de eclipsă, acidul nucleic este eliberat din învelișul proteic și, venind în contact cu locurile infectabile, le transformă în centre de infecție, inițiind sinteza celor două componente ale particulei virotice. Din cercetările citologice și experiențele de sinteză efectuate în mediul lipsit de celule s-a putut preciza că sinteza ARN are loc în nucleu. Probabil, sinteza acestuia începe cînd genomul virusului ajunge în nucleu, primul semn patologic fiind creșterea considerabilă a sintezei ARN în nucleol (S c h l e g e l și S m i t h, 1965).

Creșterea conținutului de ARN în nucleu a putut fi constatată la 30 de minute pînă la 2 ore de la infecție. La sfîrșitul acestei faze poate avea loc infectarea celulelor vecine de către ARN nou format. La scurt timp după acumularea ARN în nucleu are loc o eliberare rapidă a acestuia în citoplasma din jurul nucleului. Cercetările efectuate cu anticorpi fluorescenți arată că proteina-virus este sintetizată în citoplasmă (9—25 de ore de la infecție). În primele faze, ea poate fi identificată într-o zonă situată în jurul nucleului. În această fază are loc asamblarea ei cu ARN, după care virusul complet difuzează treptat în toată citoplasma, formarea primelor cristale de VMT putînd fi observată după minimum 23 de ore de la infecție.

În prezent, mecanismul biosintezei ARN al virusurilor plantelor este puțin cunoscut. În analogie cu sinteza bacteriofagilor și a virusurilor umane de tip ARN se presupune că sub influența ARN virotic în nucleu se formează un sistem enzimatic (sintetază, replicază) independent de acidul dezoxiribonucleic (DRN), capabil să determine replicarea lanțului infecțios al ARN, în biosinteza acestuia existînd o formă de ARN cu lanț dublu, care joacă un rol de intermediar (Weissmann și colab., 1965).

Sinteza proteinei are loc în protoplasmă, la început în apropierea nucleului, după matrița ARN „mesager", prin sistemul ribozomal. După sintetizarea lui în nucleu, ARN-mesager ajunge în citoplasmă, se acumulează pe (sau în) ribozomi (van Kammen, 1963), iar aminoacizii activați de ARN de „transfer" formează lanțul proteinei-virus după matrița ARN-mesager. Apariția ARN pe (sau în) ribozomi a fost observată la 24 de ore de la infecție, acumularea lui crescînd simțitor în următoarele 12 ore, rămînînd apoi la același nivel timp de 48 de ore (Köhler, 1964). În afară de ribozomi, cloroplastele se pare că joacă, de asemenea, un rol în sinteza proteinei VMT. După unii autori, proteina-virus este sintetizată în cloroplaste sau proteina și acidul nucleic sînt asamblate în cloroplaste (Engelbrecht și Esau, 1963).

Proteina-virus se formează printr-un proces ireversibil, constituind de la început un corp străin, fără echilibru dinamic cu celelalte componente ale celulei. La sintetizarea ei nu este folosită proteina normală, a cărei concentrație nu scade în decursul multiplicării virusului (Bawden și Kleczkowski, 1957), ci acei compuși cu azot (aminoacizii) care permit o schimbare mai rapidă a amoniului decît proteina celulară extractibilă (Commoner și colab., 1959).

Acidul nucleic viral liber în plante

Virusurile pot exista în plante nu numai sub formă de particule complete, ci și sub formă de ARN liber de proteină.

La virusul rattle (Mauche) al tutunului s-a pus în evidență existența a două forme, care se pot transforma spontan una în alta. Una dintre acestea (tipul de vară) este ușor transmisibilă și produce o infecție sistemică, iar cealaltă (tipul de iarnă) este dificil de transmis, iar infecția este incomplet sistemică. Sänger și Brandenburg (1961) au arătat că tipul de iarnă se găsește în plante mai ales sub formă de ARN infecțios liber, extractele cu fenol care realizează o protecție a ARN fiind mai infecțioase decît cele obișnuite. După Köhler (1964), prezența tipului de iarnă în bună parte sub formă de ARN în suc s-ar datora faptului că unirea acestuia cu proteina ar necesita un timp mai îndelungat decît în alte cazuri.

Virusul necrozei tutunului formează, de asemenea, variante care se găsesc preponderent în frunze sub formă de ARN (Babos și Kassanis, 1962).

În cazul virusului mozaicului castraveților, extractele cu fenol s-au dovedit mai infecțioase decît cele obișnuite (Schlegel, 1960).

Siegel și colab., (1962) au obținut dintr-o tulpină a VMT două mutante, care se găsesc numai sub formă de ARN, fiind lipsite de activitate serologică. Asemănător tipului de iarnă al virusului rattle, ele produc la *Nicotiana tabacum* o infecție semisistemică. Limitarea infecției s-ar datora faptului că ARN este capabil să se răspîndească numai prin sistemul de la celulă la celulă, nu și la distanțe mari prin sistemul vascular. Cornuet și Spier (1960) au izolat, de asemenea, cu ajutorul electroforezei, cantități însemnate de ARN liber direct din frunzele de tutun infectate. Rezultatele recente arată că ARN liber joacă un rol important în răspîndirea virusurilor în plante prin sistemul de la celulă la celulă.

Ipoteza lui Brandenburg că virusul răsucirii frunzelor de cartof ar consta din acid dezoxiribonucleic nu a putut fi însă confirmată (Dieleman și Peters, 1963).

Variația concentrației virusurilor în frunzele direct infectate

Cantități mici de VMT pot fi puse în evidență în frunzele de tutun infectate la 72 de ore de la infecție, însă curba înmulțirii arată că procesul începe după 30 de ore. De la 72 la 200 de ore se înregistrează o creștere rapidă a acumulării virusului, cantitatea acestuia dublîndu-se la aproximativ fiecare 24 de ore, iar curba avînd o alură exponențială (fig. 36). În experiențele lui Steere (1952), acumularea virusului are loc exponențial numai pînă la aproximativ 27 de ore, cu dublarea cantitativă la fiecare 4 ore, după care înmulțirea descrește treptat și practic se oprește după 12 zile. Diferențele dintre aceste date se explică prin influența temperaturii asupra duratei perioadei de latență și a temperaturii și concentrației inoculului asupra vitezei de acumulare.

În cazul virusului X, curba infecțiozității, construită pe baza rezultatelor obținute prin metoda leziunilor locale, arată, de asemenea, o creștere rapidă după 14 ore, avînd un mers exponențial pînă la 20 de ore, perioada de latență fiind apreciată la 10 ore.

Este însă de menționat faptul că la cercetarea vitezei înmulțirii în timp a virusurilor în frunze prin metoda leziunilor locale se determină numai concentrația relativă a virusului activ (infecțios), nu și a celui eventual inactivat în celulă.

Paul a urmărit prin metode spectrofotometrice variația concentrației ARN la virusul X și VMT timp de peste o lună de la infecție. La VMT, curba înmulțirii acestuia prezintă principial același mers ca

în exemplele precedente. În cazul lui X însă, după atingerea concentrației maxime, se înregistrează o descreștere evidentă (fig. 37). Determinările serologice paralele au dat rezultate similare. Scăderea concentrației ARN după 10—14 zile de la infecție se datorește, probabil, inactivării virusului *in situ*.

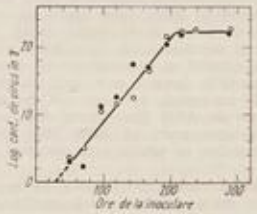


Fig. 36. — Înmulțirea virusului mozaicului tutunului în frunzele de tutun infectate mecanic (după C o m m o n e r și colab.).

Fig. 37. — Variația conținutului în acid nucleic al frunzelor de tutun infectate cu virusul X al cartofului (rezultatul a două experiențe după P a u l).

Y a r w o o d (1952) a propus folosirea noțiunii de „perioadă de generare" (PG) ca măsură a vitezei de înmulțire. Prin aceasta se înțelege intervalul de timp în care are loc dublarea agentului infecțios. Calcularea ei se execută după următoarea formulă :

$$PG = \frac{\text{Intervalul de timp} \times \text{Logaritmul lui 2}}{\text{Logaritmul valorii înmulțirii în intervalul de timp}}$$

În experiențele efectuate cu virusul X, perioada de generare a fost de 1,46 ore (K ö h l e r, 1964). Durata perioadei de latență și cea a perioadei de generare sînt influențate de temperatură (fig. 38).

La stabilirea curbei infecțiozității este necesar să se țină seama de faptul că virusurile foarte stabile (X, VMT) rămîn mult timp la suprafața frunzelor inoculate, inactivarea lor durînd mai multe ore sau zile. În aceste cazuri, prin testele de infecțiozitate se obțin date asemănătoare cu cele din figura 39, în care curba inactivării („infecțiozității reziduale") și cea a multiplicării se întretaie, separarea lor obținîndu-se prin procedee grafice (K ö h l e r, 1964).

Rezultatele multor experiențe arată că, atît în cazul plantelor cu reacție locală, cît și în al celor cu infecție sistemică (T a n i g u c h i, 1963), acumularea virusurilor plantelor în primele ore ale înmulțirii are loc după o curbă exponențială. Acest fapt nu se poate explica prin teoria dublării, bine fondată pentru înmulțirea microorganismelor sus-

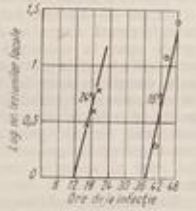


Fig. 38. — Înmulțirea virusului Y în frunzele de tutun la 16 și 24°C (după K ö h l e r).

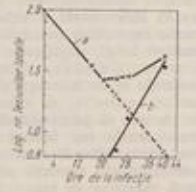


Fig. 39. — Curba infecțiozității reziduale (a) și curba înmulțirii (b) la virusul X în frunzele de tutun (după K ö h l e r).

pendate, ci prin aceea că în decursul înmulțirii lor în frunze virusurile se răspîndesc pe o suprafață circulară de la locurile infectabile, ceea ce corespunde unei formule exponențiale (K ö h l e r, 1964).

În cazul plantelor cu reacție locală, înmulțirea virusului este puternic frînată curînd după trecerea perioadei de eclipsă.

În majoritatea experiențelor lui K ö h l e r (1965), curba infecțiozității frunzelor de *Nicotiana glutinosa* infectate cu VMT prezintă un premaximum, care precedă maximumul rezultat în urma înmulțirii virusului, apariția lui necesitînd astfel o explicație bazată pe alte cauze. Viteza de înmulțire a virusurilor în plante diferă, de asemenea, în funcție de comportarea soiurilor, fiind mai mică la cele rezistente decît la cele sensibile.

Răspîndirea virusurilor în plante

Prin exfolierea epidermei la diferite intervale de timp de la infecție s-a putut stabili perioada necesară pentru trecerea virusurilor din epidermă în mezofil. La *Vigna sinensis*, infectată cu virusul mozaicului castraveților, aceasta este de 5 ore, iar la *Nicotiana glutinosa*, infectată cu VMT, de 8—10 ore. Infectînd aceeași gazdă cu ARN (VMT), entitatea infecțioasă apare în mezofil după 4 ore, însă primele particule complete apar în epidermă la 7 ore, iar în mezofil la 11 ore de la infectare (Fry și Matthews, 1963). Faptul că în ambele cazuri particulele complete apar la 4 ore de la infectarea celulelor respective, arată că trecerea agentului infectios în mezofil are loc într-un stadiu timpuriu al infecției sub formă de ARN sau părți ale acestuia. Pe baza cunoștințelor actuale pare a fi justificată presupunerea că ARN este entitatea infecțioasă capabilă să se răspîndească de la celulă la celulă, lanțul lung al acestuia traversînd plasmodesmele eventual într-o stare contractată.

Răspîndirea în continuare a virusurilor este posibilă prin parenchim, floem și mai rar prin xilem. Viteza deplasării VMT în parenchim (*Nicotiana sylvestris*) este de 0,19 mm/24 ore, iar a virusului X în regiunea intercostală a diferitelor *Solanaceae* de 0,1—0,3 mm/24 ore. În zona nervurilor secundare de ordinul 1 care posedă celule parenchimatice lungi, deplasarea virusurilor are loc cu o viteză de 10 ori mai mare (Köhler, 1964). Viteza de răspîndire în jurul punctului de infecție și în întreaga plantă este mult influențată de concentrația virusului respectiv, de capacitatea de înmulțire a acestuia. Cum reușește virusul să pătrundă din celulă în celulă nu este complet lămurit. Plasmodesmele par însă a fi principalele căi de răspîndire. Datorită diametrului redus al acestora se consideră că virusul este necesar să fie antrenat de curenții protoplasmatici. VMT se răspîndește însă în calusul plantelor de tutun, lipsit de plasmodesme, cu aceeași viteză ca și în țesuturile parenchimatice ale frunzelor (Brants, 1961). Aceasta întărește presupunerea că răspîndirea infecției la mică distanță are loc prin ARN liber.

Răspîndirea la distanțe mai mari de la centrele de infecție are loc cel mai frecvent prin floem, în care virusurile ating o viteză mult mai mare decît în parenchim (Capoor, 1949). Aceasta este de 0,6—0,7 cm/oră la virusul Y, 0,25 cm/oră la virusul X, 1—2 cm/oră la tomatele infectate cu VMT, 20 cm/oră la strictul porumbului și de 35—152 cm/oră în cazul virusului încrețirii sfeclei de zahăr. Xilemul are un rol mai puțin însemnat în răspîndirea virusurilor în plante. Virusul bolii Pierce a viței este necesar însă să fie introdus în xilem, fiind, probabil, transportat apoi de curentul de apă în acele părți ale plantelor care-i oferă condiții de înmulțire. Virusul mozaicului sudic al fasolei, pe lîngă răspîndirea lui normală prin floem, poate fi, de asemenea, transportat rapid, o dată cu seva neelaborată, prin xilem (Schneider și Worley, 1959). În tumorile virotice produse la *Melilotus officinalis*, virusul este localizat în pseudofloem, fiind, de asemenea, răspîndit în celulele îngroșate ale xilemului (Nagaraj și Black, 1961).

După relația dintre virusuri și țesuturile plantelor, acestea se împart în virusuri răspîndite în parenchim, inclusiv în parenchimul vascular, virusuri limitate la floem și virusuri care atacă xilemul (Esau, 1961). Afinitatea diferită față de țesuturi se reflectă în modul lor de transmitere, căile de răspîndire în plantă și transformările anatomice produse în plantele atacate.

Faptul că tulpinile virusului rattle, lipsite de proteină, necesită un timp îndelungat pentru a produce o infecție sistemică arată că răspîndirea virusurilor la distanță mare are loc sub formă de particule nucleoproteice. Acestea ajung în floem, fiind antrenate de curentul sevei elaborate, care le transportă în mod pasiv. Datorită acestui fapt, ele infectează mai întîi locurile care utilizează cele mai mari cantități de asimilate și în primul rînd organele în creștere.

În cazul virusurilor transmisibile mecanic de la inocularea unei frunze și pînă la apariția virusului în organele axilare (peduncul, tulpină) trece o perioadă de 3—4 zile. În acest timp agentul infecțios se înmulțește în țesuturile parenchimatice din jurul centrelor de infecție, ajungînd în ultima fază în sistemul vascular. Cercetări mai vechi arată că virusurile pot parcurge distanțe mari în floem fără a infecta regiunile respective. Aceasta dovedește că virusul nu este capabil să se înmulțească în cursul deplasării lui în floem și prin plăcile ciuruite, ceea ce se explică prin lipsa nucleului în aceste elemente, de prezența căruia este legată sinteza ARN.

În cazul infecțiilor prin insecte, care adesea introduc virusul direct în floem, trecerea virusului din frunzele infectate în tulpină are loc după o perioadă scurtă (6—8 ore). Numeroase cercetări (Köhler, 1964) arată că pătrunderea particulelor de virus din organele axiale în limbul frunzelor are loc în mod discontinuu. Probabil prin aceasta s-ar explica și apariția neregulată a simptomelor sistemice în primele faze ale infecției și variația densității acestora în funcție de concentrația inoculului (Hooker și Benson, 1960).

Virusurile care infectează organele supraterestre ajung, de asemenea, în rădăcină, în care se deplasează rapid spre vîrf și mult mai încet spre bază (Fulton, 1941). Rădăcinile pot fi, de asemenea, infectate direct. În acest caz, la virusurile piticiriei și îndesirii tomatelor, mozaicului tutunului și X, infecția rămîne localizată în jurul punctului de infecție sau poate cuprinde întregul sistem radicular, precum și părțile supraterestre. Virusul X al cartofului poate infecta tuberculii, fără a putea fi pus în evidență în frunziș.

Există o mare variabilitate în ceea ce privește viteza de răspîndire a unor virusuri în aceeași plantă, respectiv a aceluiași virus la mai multe gazde sau în prezența altor virusuri. Studiind perioada nece-

sară trecerii virusurilor din frunzele inoculate în tulpină la *Physalis floridana*. Beemster a constatat că acestea variază de la virus la virus, indiferent dacă ele au fost inoculate individual sau în complex, cu excepția că răspîndirea virusului răsucirii frunzelor este întîrziată la inocularea simultană cu virusul X. Se presupune că aceste diferențe se datoresc variației perioadei de eclipsă. Infectînd în același timp frun-

Fig. 40. — Simptome produse de virusul mozaicului castravețiloe pe frunze de sfeclă.

zele bazale ale plantelor de tutun înaintate în vegetație, virusul Y apare mai devreme în regiunea terminală decît virusul X, ceea ce se explică prin faptul că ultimul ar fi supus în frunzele mai bătrîne unei inactivări specifice. Circulația virusurilor în plante depinde, de asemenea, de vîrsta acestora. Virusurile cartofului (X, Y, răsucirea frunzelor) ajung în timp scurt din frunzele tinere, la baza tulpinii, însă la plantele de cartof bătrîne se observă o încetinire crescîndă a circulației, ceea ce se datorește așa-numitei rezistențe de îmbătrînire.

Temperatura influențează, de asemenea, viteza răspîndirii virusurilor în plante. Astfel, temperatura ridicată favorizează înmulțirea și răspîndirea virusului mozaicului obișnuit al fasolei în solurile hipersensibile, ducînd la distrugerea totală a plantelor atacate.

Cunoașterea mecanismului răspîndirii virusurilor în interiorul plantelor permite explicarea apariției variate a diferitelor simptome. Exem-

ple interesante ne oferă în acest sens reacția plantelor de sfeclă la virusul mozaicului castraveților. Pe frunzele direct infectate apar leziuni locale clorotice, în care virusul se înmulțește, răspîndindu-se încet și circular, prin parenchim. Mai tîrziu focarul de infecție face joncțiune cu nervura prin care virusul este transportat spre baza limbului (fig. 40, a). Dacă virusul ajunge la baza frunzelor cînd circulația asimilatelor are loc din frunze spre tulpină, răspîndirea lui prin floem spre vîrful limbului este barată. În acest caz, el se răspîndește prin celulele parenchimatice lungi din apropierea nervurilor mai rapid decît în restul parenchimului, ceea ce duce la apariția simptomelor de tipul frunzei de stejar (fig. 40, b). Frunzele supuse infecției pe calea floemului în fază tînără manifestă simptome mai întîi în regiunea apicală, spre care este îndreptat circuitul sevei elaborate.

Cantitatea de virus care este transportată dintr-o regiune în alta a plantelor nu este bine cunoscută. Rezultatele experiențelor de altoire a formelor hipersensibile pe portaltoi infectați presupun însă mișcarea unor cantități mari de agent patogen. Concentrația redusă de virusuri în tuberculii de cartof ar putea fi rezultatul inactivării lor în vasele conducătoare, sau absorbției acestora de către diferite substanțe (Nienhaus, 1962).

În majoritatea cazurilor, virusurile se răspîndesc de la locurile de infecție, cuprind treptat toate părțile plantei, producînd o boală generalizată sau sistemică. Răspîndirea virusurilor poate fi însă barată sau frînată de diferiți factori, infecția rămînînd adesea limitată la locul de infecție sau la un anumit organ. O caracteristică a virusurilor este și faptul că ele nu infectează meristemul vîrfurilor de creștere, ceea ce face posibilă obținerea de clone sănătoase din cele total infectate, utilizînd metoda culturilor nesistematice. Anumite cauze pot frîna răspîndirea virusurilor în plante. Datorită acestui fapt, nu toți tuberculii de cartof proveniți de la plantele bolnave sînt infectați. La trestia de zahăr se pot obține, de asemenea, butași sănătoși de la plantele bolnave. Răspîndirea neregulată a virusurilor în coroană și în lungul lăstarilor pomilor fructiferi este, de asemenea, bine cunoscută.

Variația în timp a simptomelor și a concentrației virusurilor în plantele bolnave. Fenomenul de „însănătoșire"

În funcție de virus și de planta-gazdă se găsesc situații variate în ceea ce privește evoluția simptomelor și concentrația virusului în diferitele faze ale bolii.

O situație „normală" se întîlnește în cazul plantelor de tutun infectate cu VMT. În cîteva săptămîni de la infecție, atît în frunzele inoculate, cît și în cele nou formate se găsesc cantități însemnate de virus ; concentrația maximă de circa 3 mg de virus la 1 g de substanță

se realizează după 5 săptămini de la inoculare (Wildman, 1959). În continuare, concentrația virusului se păstrează la aproximativ același nivel, fiind tot timpul mai mare în frunzele bătrîne și, treptat, mai redusă în cele tinere (Limasset și Cornuet, 1949).

Alta este evoluția a ardeiul infectat cu VMT. Plantele infectate natural iarna în seră reacționează prin apariția de necroze pe tulpină, pețiol și pedunculii florali (faza acută), care duc la distrugerea unor lăstari sau a întregii tufe. Plantele care rezistă infecției manifestă mai tîrziu numai simptome de mozaic (faza cronică). Nu se cunoaște dacă această evoluție a bolii este condiționată de factori interni (variația concentrației virusului) sau de factori externi (temperatură, lumină). O situație asemănătoare se întîlnește la linia de tutun de tip necrotic infectată cu virusul mozaicului lucernei. În stadiul acut, plantele reacționează prin necroze puternice, în cel cronic înregistrîndu-se o scădere a gravității simptomelor. Concentrația virusului în plante crește progresiv pînă în a 12-a zi de la infecție, scăzînd brusc (pînă la 1% din maxim) în următoarele 4—6 zile. Scăderea concentrației virusului se datorește unui proces de inactivare puternic influențat de temperatură, al cărui rezultat este nu numai pierderea infecțiozității, ci și distrugerea virusului (Kuhn și Bancroft, 1961).

Mai ales în cazul infecțiilor cu virusurile din grupa păturilor inelare este deosebit de frecvent fenomenul de „însănătoșire aparentă". El se caracterizează prin aceea că plantele reacționează la început (stadiul acut) prin simptome grave, după care urmează stadiul cronic, în care simptomele sînt slabe sau uneori chiar dispar. Fenomenul a fost mai bine studiat la plantele de tutun infectate cu virusul pătării inelare a tutunului. Frunzele plantelor infectate situate deasupra celor inoculate reacționează prin simptome puternice și necroze. La frunzele care cresc mai tîrziu, manifestarea bolii este tot mai slabă, cele din vîrf avînd o înfățișare practic normală. Plantele obținute prin butășirea vîrfurilor de creștere manifestă în continuare simptome slabe. Fenomenul de „însănătoșire" este frecvent la speciile de simburoase infectate cu virusuri din grupa pătărilor inelare. În primul an de la inoculare, ele reacționează prin simptome grave (reacție-șoc), iar în anii următori prin simptome slabe, infecția fiind uneori practic latentă. O evoluție asemănătoare a simptomelor este cunoscută la plantele de *Samolus parviflorus* infectate cu virusul încrețirii vîrfului sfeclei de zahăr, la plantele de tutun infectate simultan cu virusurile X și Y (Köhler, 1964), la plantele de orz infectate cu virusul mozaicului dungat al orzului (McKinney, 1966) etc).

O comportare deosebită, aparent tot în legătură cu fenomenul de „însănătoșire", s-a constatat la *Vicia faba* infectată cu virusul mozaicului adevărat al mazării (Paul și Quantz, 1959). În lungul lăstarilor se constată o alternanță periodică a simptomelor grave cu cele slabe, care merge paralel cu variația concentrației virusului. Variația intensității simptomelor nu este condiționată de factorii externi, ci probabil de acumularea periodică a unor inhibitori. Selman și Milne (1961) au pus de asemenea în evidență o variație periodică a concentrației virusului petelor de bronz în frunzele tinere ale plantelor de tomate. Wasuwat și Walker (1961) observă același fenomen la un soi de castraveți rezistent și unul sensibil la virusul mozaicului castraveților, în cazul primului concentrația virusului — deși variază cu aceeași periodicitate ca și în cel sensibil — s-a păstrat tot timpul la un nivel mai scăzut decît la ultimul.

În majoritatea cazurilor, reducerea gravității simptomelor a putut fi pusă în legătură cu scăderea concentrației virusului, datele care arată aceeași concentrație în frunzele cu simptome acute și cronice fiind reduse. O explicare cauzală mai adîncă a fenomenului de „însănătoșire" se pare că nu este posibilă în prezent. Anumite date arată că acest fenomen este strict specific, plantele manifestînd simptome cronice în urma infectării cu o tulpină, puțind reacționa acut la reinfectarea lor cu o altă tulpină. Este de asemenea cunoscut faptul că simptomele acute apar numai pe frunzele care au atins o anumită dezvoltare în momentul infecției, iar „însănătoșirea" cuprinde numai pe cele care la inoculare sînt în stare embrională (McKinney, 1966). Fenomenul s-ar putea explica printr-un mecanism de inhibare a înmulțirii, inclus în frunzele embrionale, care ar putea fi determinată de sintetizarea într-o măsură redusă a unor părți necesare înmulțirii virusului. Datele obținute de Benda și Naylor (1958) în ceea ce privește influența temperaturii asupra „însănătoșirii" susțină această ipoteză. Faptul că starea de „însănătoșire" nu este transmisibilă prin altoire sau prin cuscută face puțin probabilă explicarea fenomenului prin formarea în frunze a unor substanțe care să frîneze sinteza virusului.

NATURA ȘI ORIGINEA VIRUSURILOR

Curînd după descoperirea virusurilor au apărut numeroase ipoteze și teorii cu privire la natura și originea acestora.

Ivanovski (1892) era convins că agentul mozaicului tutunului nu ar fi altceva decît o bacterie foarte mică. De pe timpul lui Pasteur și pînă la sfîrșitul secolului al XIX-lea, sub noțiunea de virus, care în limba latină înseamnă otravă, se înțelegea orice agent patogen (bacterii, protozoare, ciuperci). Avînd în vedere trecerea lor prin filtrele care rețin bacteriile agenții virozelor au fost denumiți mai tîrziu virusuri filtrabile sau ultravirusuri. Într-o fază și mai înaintată, cuvîntul virus a devenit suficient pentru denumirea noii categorii de agenți patogeni.

Beijerink (1898), înțelegînd că între bacterii și agenții filtrabili există o deosebire de natură, îi consideră pe ultimii ca ceva contagios, viu și necorpuscular, teoria sa fiind cunoscută sub numele de *contagium vivum fluidum*.

Mai mulți cercetători (Hunger, Freiberg) au sugerat că enzimele ar fi cauza virozelor, iar alții susțineau că ele ar fi produse de diferite organisme inferioare. Astfel, Eckerson (1926) descrie un organism mic, mobil, ca o cauză a mozaicului tutunului, iar Nelson dă detalii despre un protozoar, respectiv un mic coc, care ar produce mozaicul fasolei. Incluziunile intracelulare din plantele infectate erau considerate de Kunkel și Goldstein un stadiu în ciclul biologic al organismului virus, care ar avea o fază filtrabilă.

Dintre ipotezele amintite, teoria bacteriană s-a bucurat de cei mai mulți adepți. Principala asemănare dintre virusuri și bacterii este capacitatea lor de a se înmulți în organismul-gazdă și de a da uneori în descendență forme cu caractere noi. Invizibilitatea și imposibilitatea culturii virusurilor pe medii fără viață nu erau argumente convingătoare contra teoriei bacteriene, adepții acesteia demonstrînd că și unele organisme recunoscute au dimensiuni reduse și nu sînt capabile să trăiască în mod saprofit.

Toate aceste teorii și controverse au fost definitiv combătute prin obținerea de către Stanley (1935) a virusului mozaicului tutunului sub formă paracristalină și de către Bawden și Pirie (1938) a virusului piticirii și îndesirii tomatelor sub formă de cristale adevărate. Bawden și colab., (1936) au arătat că substanța cristalină, cu caracter de virus, izolată prin metode chimice din plantele virozate, este o nucleoproteină, conținînd acid ribonucleic (ARN). La început, unii cercetători (Stanley, 1935) considerau că ARN este un contaminant al virusurilor, necesențial pentru infecție. Deși din 1939 Bawden și Pirie reușesc să dovedească că ARN este o parte constitutivă a particulei virotice, i se acordă în continuare o importanță redusă în ceea ce privește rolul lui biologic, proteina fiind considerată mulți ani prima determinantă a specificității biologice. În ultimul deceniu s-au adus numeroase date care arată că infecțiozitatea depinde de integritatea lanțului ARN.

Green (1935) și Laidlaw (1938) au emis teoria că virusurile ar fi paraziți obligați cu cel mai înalt grad de parazitism. După ei, virusurile ar putea fi organisme care și-au pierdut capacitatea de a sintetiza unii factori necesari creșterii și capacitățile autosintetice, reținîndu-și numai minimul necesar transmiterii caracterelor specifice.

Stanley (1936) și Northrop (1938) consideră că virusurile ar fi catalizatori, înmulțindu-se în celulele susceptibile prin activarea „precursorilor" inactivi preformați.

După Woods și DuBuy (1943), virusurile ar reprezenta mitocondrii sau derivați ai acestora, iar după Darlington (1944) gene plasmatice, care au dobîndit capacitatea de infecție. După alți autori (Duggar și Armstrong, 1923), ele ar reprezenta gene cromozomale „libere" sau ar putea fi comparate cu un complex de gene libere, cu cromozomii, cu grupe de cromozomi sau cu nucleii (Luria, 1953).

Datorită progreselor însemnate înregistrate în studiul chimic al particulelor virotice, începînd cu deceniul al 4-lea al secolului nostru discuțiile cu privire la natura virusurilor s-au purtat mai ales în sensul dacă ele pot fi considerate organisme sau molecule.

Concluziile rezultate din datele experimentale arată că plasarea virusurilor în una dintre aceste categorii este artificială și subiectivă. Noțiunea de organism presupune o sumă de structuri și activități independente, care pot fi greu atribuite virusurilor. Pe de altă parte, prin molecule înțelegem o compoziție relativ simplă, precisă și stabilă. Compoziția chimică a virusurilor este mult mai complexă decît a moleculelor, iar variabilitatea (mutabilitatea) lor este opusă stabilității substanțelor chimice.

Descoperirea complexității mari a particulei bacteriofagilor și a faptului că infecția nu este legată de integritatea particulei virotice a făcut să se renunțe și la denumirea dublă de „organisme sau molecule", folosită de unii cercetători.

Pe baza datelor moderne, s-a generalizat tot mai mult ideea că virusurile formează o categorie distinctă (Bawden, 1964).

În lumina datelor actuale, ele pot fi definite ca entități de dimensiuni submicroscopice, care pot produce boli grave la diferite viețuitoare, constituite în esență dintr-un singur acid nucleic și proteină, fără metabolism propriu, capabile să se înmulțească printr-un mecanism specific numai în celula vie, fiind instabile și inerte în afara acesteia.

Pentru a se sublinia poziția lor distinctă, au fost create noi cuvinte (capsid, capsomer, nucleocapsid și virion) în vederea denumirii diferitelor părți ale particulei de virus sau a stadiilor de dezvoltare a acesteia.

Problema originii virusurilor nu este încă complet lămurită. În prima ediție a cărții sale, Bawden presupune că virusurile ar fi putut apărea ca un accident în metabolismul proteic al organismelor fie prin sinteza aberantă a virusului în gazda pe care o afectează, fie printr-un accident în care o nucleoproteină normală a unui organism a fost introdusă în altul în care reușește să se multiplice. Argumentele aduse în favoarea acestei ipoteze, dînd exemplu virusul paraincreții din soiul de cartof King Edward (Darlington, 1944), s-au dovedit nefondate în urma cercetărilor care au dus la descoperirea virusurilor *S* și *M* ale cartofului. Alte virusuri considerate de origine endogenă (Smith, 1952) s-au dovedit a fi transmisibile prin nematozi de sol, ceea ce explică interpretarea eronată a observațiilor efectuate în legătură cu apariția lor „spontană".

Ideea că virusurile apar „din nou" în bacteriile lizogene a pierdut de asemenea teren, demonstrîndu-se că lizogenia este o stare care poate fi indusă prin infectarea cu bacteriofagi corespunzători.

Cu toate acestea, descoperirea faptului că însuşirea de a produce particule virotice se poate perpetua timp îndelungat, fără a deveni realitate şi că materialul genetic al unui virus se poate multiplica fără a produce concomitent proteină-virus, este deosebit de importantă nu numai pentru explicarea apariţiei aparent spontană a virusurilor, ci şi pentru abordarea problemei originii acestora.

După Bawden (1964), faptul că nu există nici un exemplu evident pentru susţinerea ipotezei că virusurile pot apărea ca accident în metabolismul organismelor nu înseamnă că ideea trebuie abandonată. În lumina noilor date experimentale, accidentele în metabolismul proteic nu ar mai putea fi acceptate ca şi cauză primară, însă cele ale metabolismului acizilor nucleici sînt demne de luat în considerare. Diferenţa morfologică dintre virusuri şi componenţii normali ai plantelor a fost principalul argument contra susţinătorilor originii virusurilor în metabolismul proteic accidental. Este însă de presupus faptul că în apariţia lor virusurile erau mai simple, mai puţin „echipate" pentru transmitere şi supravieţuire în afara celulei. Această diferenţă devine şi mai puţin însemnată dacă avem în vedere că morfologia particulelor este determinată de compoziţia şi aranjarea proteinei, a cărei sinteză, deşi depinde de compoziţia acidului nucleic, nu este un însoţitor concomitent esenţial al replicării acestuia. La trei virusuri diferite s-au pus în evidenţă tulpini care, probabil, pierzîndu-şi capacitatea de a forma particule nucleoproteice, se înmulţesc numai sub formă de acid nucleic (Siegel şi colab., 1962; Babos şi Kassanis, 1962). Este de presupus că o calitate pierdută poate fi şi recîştigată (sau cîştigată). De altfel, profagul în bacteriile lizogene se pare că-şi recîştigă uşor capacitatea de a produce particule mature de bacteriofagi.

Pe baza datelor actuale, Bawden (1964) face următoarele consideraţii cu privire la originea virusurilor. Singurul component esenţial al unui virus pare a fi acidul lui nucleic, pe care proteina are rolul de a-l proteja în timpul transmiterii. Este de menţionat însă faptul că „factorii transformatori ai bacteriilor" oferă un exemplu de acizi nucleici transmisibili. Prima treaptă în formarea unui virus ar fi deci dobîndirea capacităţii de infecţie de către un acid nucleic, iar a doua, achiziţionarea de către acesta a abilităţii de a afecta procesul sintezei proteinei unei celule, în sensul formării subunităţilor proteice care să se poată apoi condensa pentru a forma învelişul proteic. Prezenţa aminoacizilor în celulă, a informaţiilor genetice corespunzătoare sintezei proteinei-virus şi a sistemului de sinteză pare a nu fi suficientă pentru formarea învelişului proteic, care, pe lîngă că trebuie sintetizat, este necesar să fie stabil, rezistent la protează şi la alţi agenţi disruptivi. În prezent, virologii dispun de numeroase exemple care arată că măsura în care un acid nucleic se comportă ca şi virus

(dacă se multiplică, dacă determină sintetizarea particulelor nucleoproteice specifice şi dacă este patogen) adesea depinde numai de condiţiile în care acesta se găseşte. Amintim în acest sens comportarea virusului satelit din cultura Rathamsted a virusului necrozei tutunului (VNT). Acesta este serologic, neînrudit cu VNT, are particule sferice mult mai mici decît acesta şi este capabil să se înmulţească, devenind infecţios numai în prezenţa VNT (Kassanis, 1965). Virusul X realizează concentraţii mai mari în prezenţa lui Y, efectul infecţiei mixte crescînd cu ridicarea temperaturii. În jur de 34°C, virusul X se înmulţeşte în măsură detectabilă numai în frunzele infectate şi cu Y.

Tot în acest sens pot fi amintite tulpinile de virus care se înmulţesc numai ca acid nucleic, precum şi particulele virotice lipsite de acid nucleic, sintetizate în cazul multor virusuri. Exemplele citate şi altele arată că fiecare proprietate poate fi dobîndită independent, fie prin schimbarea acidului nucleic, fie a factorilor înconjurători. Toate acestea arată originea posibilă a virusurilor în general, dar nu au valoare în căutarea originii unui oricare virus individual. După Bawden (1964); fiecare celulă care conţine acid nucleic şi poate sintetiza proteină este o sursă potenţială pentru formarea virusurilor.

Fiind cele mai simple sisteme cunoscute care se înmulţesc şi sînt stabile în afara celulei, virusurile sînt adesea luate în considerare în discuţiile privind originea vieţii, fiind considerate de unii primele forme de manifestare a acesteia sau o stare intermediară între substanţa organică şi lumea vie. Faptul însă că virusurile sînt lipsite de orice activitate în afara celulei şi necesită condiţii specifice atît de complexe, realizabile numai în interiorul celulei, pentru a se putea înmulţi, este puţin probabil ca ele să fi existat ca un stadiu de evoluţie a materiei din care să se fi dezvoltat organismele celulare. Pornind de la elemente „împrumutate", s-a realizat sinteza proteinei şi acidului nucleic viral, dar aceasta nu înseamnă o „sinteză a vieţii". „Reconstrucţia unei bacterii", deşi teoretic posibilă, depăşeşte în prezent posibilităţile noastre. Virusurile pot fi considerate mai degrabă forme de evoluţie întîrziată. Prin prisma teoriei informaţiei ele pot fi văzute ca piese de informare greşită, care încurcă serviciul de informare de care depinde metabolismul normal al celulei.

Virusurile plantelor posedînd ARN este puţin probabil să aibă originea în genele cromozomale, însă acidul dezoxiribonucleic (ADN) al bacteriofagilor şi virusurile umane şi animale de tip ADN ar putea fi văzute ca bucăţi de cromozomi care devin operative numai cînd sînt libere (Luria, 1959). Posibilităţi potenţiale pentru apariţia virusurilor plantelor ar exista deopotrivă în plante, bacterii, ciuperci sau alte organisme. Singurul motiv de a considera bacteriile ca sursă potenţială a acestora ar fi faptul că ele au posibilitatea de a introduce virusul potenţial în organismul vegetal.

Deoarece există numai puține posibilități de aranjare a proteinei în jurul acidului nucleic, nu avem o bază sigură pentru a considera filogenetic înrudite virusurile asemănătoare morfologic sau în ceea ce privește raportul de acid nucleic față de proteină.

SIMPTOMATOLOGIE

Datorită multiplicării lor intracelulare, prin devierea metabolismului normal al gazdei, virusurile produc transformări adînci în morfologia, anatomia și fiziologia plantelor infectate.

Simptomatologia a dat primul impuls studiului virozelor plantelor, ocupînd și în prezent un loc important în sfera cercetărilor de virologie. Cu toate progresele înregistrate în diagnosticarea virozelor cu ajutorul plantelor-test, metodei serologice și microscopiei electronice, examenul macroscopic și microscopic este încă mult utilizat pentru stabilirea prezenței infecțiilor virotice.

Răspîndirea virusurilor în organismele atacate fiind, de regulă, sistemică, ele afectează întreaga plantă, simptomele aparînd pe majoritatea organelor acesteia. Aspectul generalizat al simptomelor este caracteristic și bolilor fiziologice, de care virozele se deosebesc mai ales prin faptul că ele nu afectează toate plantele de pe o anumită suprafață. Prin caracterul lor infectios, virozele se deosebesc, de asemenea, de anomaliile genetice, de deformările produse prin aplicarea diferitelor tratamente chimice și de atacul anumitor dăunători etc.

Majoritatea virusurilor produc la plante boli cronice și mai rar letale. Virusurile care duc la distrugerea rapidă a unor specii de plante (stolburul) se mențin în natură fie datorită unui mod de transmitere deosebit de eficace, fie persistenței lor în anumite gazde tolerante.

Simptome externe

Schimbările fiziologice produse de intervenția virusului în metabolismul plantelor se manifestă prin diferite anomalii care apar pe frunzele, tulpinile, florile și rădăcinile plantelor infectate.

Simptome foliare. Adesea, mai ales în cazul infecțiilor artificiale, la locurile de pătrundere a virusurilor în țesuturi apar transformări caracteristice, numite *leziuni locale*. De regulă, la plantele care prezintă infecție sistemică acestea constau în pete clorotice, iar la gazdele

hipersensibile, în formații necrotice (fig. 41). Leziuni asemănătoare se observă rar și la plantele infectate natural.

Infecția sistemică este adesea însoțită de schimbări în culoarea frunzelor. Prin *clorozǎ* sau *îngălbenire* se înțelege o decolorare mai mult sau mai puțin uniformă a suprafeței limbului. Acest simptom

Fig. 41. — Leziuni locale produse de virusul mozaicului tutunului pe frunză pe *Nicotiana glutinosa* (original).

Fig. 42. — Clorozarea frunzelor de mazăre produsă de virusul mozaicului mazării (original).

este caracteristic mai ales virozelor care afectează sistemul vascular (îngălbenirea sfeclei, îngălbenirea steluței ș.a.). Adesea decolorările sînt limitate la anumite regiuni ale suprafeței limbului. În cazul *clorozării (îngălbenirii) marginale*, avem de-a face cu lipsa pigmentației la marginea limbului. *Clorozarea (îngălbenirea) nervurilor* se caracterizează prin absența uniformă a culorii verzi pe toată lungimea acestora (fig. 42). În cazul *clarifierii nervurilor*, nervurile devin mai curînd translucide decît clorotice sau galbene. Denumirea de *benzi în lungul nervurilor* se folosește pentru acele tipuri de boli la care țesuturile din lungul nervurilor sînt colorate uniform în verde-deschis, galben sau verde-închis (fig. 43). În timp ce în cazurile precedente schimbările de

culoare sînt răspîndite uniform în lungul tuturor nervurilor, sub numele de *variegare (bălţare)* sînt cuprinse toate tipurile de simptome la care diferenţele de culoare au o răspîndire neuniformă pe suprafaţa limbului. Simptomele de *mozaic* sînt caracteristice unui întreg grup de viroze transmisibile prin inoculare de suc şi insecte. Ele se caracterizează prin prezenţa pe suprafaţa limbului a unui amestec de pete neregulate, de culoare verde-închis, verde-deschis, galbene sau alburii (fig. 44). Prin *mozaic nervurian* se desemnează o decolorare neuniformă a nervurilor şi a ţesuturilor învecinate atît în ceea ce priveşte răspîndirea ei pe suprafaţa limbului, cît şi în lungul aceleiaşi nervuri. În cazul plantelor monocotiledonate, petele decolorate avînd o formă alungită, se foloseşte adesea denumirea de *mozaic dungat* sau *mozaic striat*. Unele tulpini ale virusului X produc decolorări difuze pe ţesuturile dintre nervurile principale, simptome denumite *mozaic internervurian*. În cazul unor virusuri, decolorările apar sub formă de *pete* sau *puncte* mai mult sau mai puţin rotunde. *Pătările inelare*, clorotice sau necrotice, sînt caracteristice unui grup mare de virusuri (grupa pătărilor inelare) care infectează diferite specii ierboase şi lemnoase. Prin *mozaic inelar* se desemnează decolorările inelare produse pe frunze de viru-

Fig. 43. — Benzi verzi în lungul nervurilor unei frunze de varză infectată cu virusul mozaicului conopidei (original).

Fig. 44. — Mozaicul sfeclei de zahăr (original).

surile de tip mozaical (fig. 45). *Desenul (mozaicul) liniar* sau *în benzi* presupune apariţia pe frunze a unor linii înguste, respectiv benzi late, clorotice, sinuoase sau în zigzag, avînd o poziţie definită faţă de nervurile secundare. Un simptom relativ asemănător este acela cunoscut sub numele de *desen în forma frunzei de stejar* (fig. 40, b) frecvent

Fig. 45. — Mozaicul inelar al părului (original).

la unele viroze de tip mozaical. Anumite virusuri produc pe frunze pete circulare, puţin evidente, de dimensiuni relativ mari, cu marginea difuză, simptome cunoscute sub numele de *marmorare*. Simptomele primare ale frunzelor de cireş infectate cu unele virusuri din grupa pătărilor inelare se caracterizează prin pete translucide, „apoase", cunoscute sub numele de *pete uleioase*. *Pete gri* apar pe frunzele virozate datorită creşterii numărului spaţiilor intercelulare. *Închiderea la culoare a frunzelor* se întîlneşte la puţine viroze (nanismul porumbului). *Înroşirea* sau *antocianarea frunzelor* este caracteristică plantelor infectate cu virusuri din grupa stolburului, ovăzului atacat de virusul îngălbenirii şi piticirii orzului. *Petele de bronz* se formează prin necrozarea celulelor epidermice. Necrozele superficiale, formate prin deshidratarea ţesuturilor, sînt cunoscute sub numele de *desene gravate (corodate)*. Ele afectează epiderma şi unele celule ale mezofilului. Apariţia de *pete necrotice*, neregulate sau inelare, este un simptom caracteristic multor viroze.

Deviaţia de la morfologia normală a frunzelor este adesea în legătură cu infecţiile virotice. Simptomele cel mai des întîlnite sînt *micşorarea* şi *deformarea frunzelor*, *reducerea* şi *îngustarea suprafeţei lim-*

bului, frunze de feriga, frunze în formă de evantai, încreţirea şi incovoierea frunzelor, rugozitatea limbului, transformarea frunzelor în buchete ş.a. (fig. 46). Curbarea în jos a întregii frunze *(epinastie)* şi răsucirea spre faţa superioară a limbului sînt simptome frecvente la diferite viroze. *Hipertrofia stipelelor* frunzelor este deosebit de pregnantă în cazul proliferării mărului, iar *defolierea* este caracteristică îngălbenirii vişinului. În cazul stricului cartofului are loc de asemenea desprinderea frunzelor de la baza peţiolului. La unele specii de plante infectate cu virusul mozaicului tutunului, virusul mozaicului cu enaţiuni al mazării, virusul aspermiei şi virusul bolii Pfeffinger, pe faţa inferioară a limbului apar excrescenţe foliare, cunoscute sub numele de *enaţiuni*. Tot în această categorie pot fi amintite *„umflăturile"* fine care apar la unele specii în lungul nervurilor frunzelor infectate cu virusul mozaicului dungat al narcisului, virusul bolii Fiji a trestiei de zahăr şi virusul nanismului porumbului.

Fig. 46. — Reducerea suprafeţei frunzelor produsă la tomate de virusul mozaicului tutunului (original).

Simptome tulpinale. Cea mai mare parte a virozelor se caracterizează printr-o reducere generală a creşterii, fenomenele mai accentuate fiind cunoscute sub numele de *nanism* sau *piticire*. Virusurile din grupa îngălbenirilor determină pornirea anticipată în creştere a mugurilor de la subsuoara frunzelor şi o poziţie mai erectă a lăstarilor, aspecte cunoscute sub numele de *mătură de vrăjitoare*. Simptome asemănătoare sînt deosebit de pregnante şi în cazul proliferării mărului (fig. 47). Plantele de cartof infectate cu virusul măturii de vrăjitoare sau virusul înroşirii vîrfului formează adesea *tuberculi aerieni*, uneori situaţi la subsuoara frunzelor. Lungimea internodiilor este în general redusă. La unele boli ale pomilor fructiferi, creşterile anuale deosebit de mici determină aglomerarea frunzelor în rozete. Uneori,

Fig. 47. — Simptomele proliferării mărului (dreapta, sănătos, original).

Fig. 48. — Transformări florale produse la tomate de virusul staihurului (original).

după infecţie, se formează internodii scurte, mai tîrziu lungimea lor devenind normală. Cazurile de alungire a internodiilor sînt relativ rare. Scurtnodarea viţei de vie se caracterizează prin poziţia în zigzag a internodiilor. Uscarea tulpinii, a ramurilor şi a lăstarilor este caracteristică multor viroze ale plantelor lemnoase. Distrugerea vîrfului de creştere, caracteristică unor viroze (piticirea şi îndesirea tomatelor), are ca urmare dezvoltarea excesivă a lăstarilor laterali. Apariţia de striuri sau de dungi necrotice pe tulpină şi pe alte organe axilare se întîlneşte frecvent mai ales la unele viroze ale tomatelor, ale leguminoaselor, ale cartofului şi ale altor plante. Unele virusuri pot produce *pierderea* sau *mărirea rigidităţii* tulpinii, apariţia de *leziuni*, *crăpături* sau *gome* în lungul acesteia, *deformarea lăstarilor* şi schimbarea culorii scoarţei sau epidermei.

Simptome florale. Apariția de pete la suprafața petalelor, datorită dispariției pigmenților sau intensificării locale a formării acestora, este un simptom binecunoscut. *Virescența* sau *inverzirea petalelor* se întîlnește frecvent la diferite specii de plante infectate cu virusuri din grupa îngălbenirilor (îngălbenirea steluței, înverzirea petalelor căpșu-

Fig. 49. — Pătarea inelară ruginie a mărului (original).

Fig. 50. — Sistemul radicular și aspectul focsmului plantelor de vinete infectate natural cu virusul stolburului (stînga, sănătos, original).

nilor, a stolburului). Simptomele de *phyllodie*, de asemenea comune la aceste virusuri, constau în modificarea și proliferarea axului floral, cu transformarea unor elemente florale în frunze. Mărirea caliciului și sterilitatea florilor sînt simptome caracteristice stolburului la tomate (fig. 48). Alte simptome florale mai sînt : modificarea poziției inflorescențelor, grăbirea sau întîrzierea înfloririi, avortarea florilor ș.a. Unele virusuri ale pomilor fructiferi afectează viabilitatea mugurilor vegetativi sau florali.

Simptome pe fructe. În faza de creștere, unele fructe manifestă simptome asemănătoare cu cele foliare. Astfel, la suprafața lor pot fi observate pete, inele (fig. 49), ridicături (castraveți) și necroze (tomate, fasole). Pietrificarea perelor este caracterizată, pe lîngă apariția de necroze și țesuturi spongioase, și prin formarea unor pachete de celule sclerenchimatice, în dreptul cărora creșterea fructelor încetează. Căderea fructelor, apariția de adîncituri în formă de arcuri sau inele la suprafața acestora, precum și a unor pete inelare pe simburi sînt simptome caracteristice vărsatului prunului. Numeroase anomalii de

origine virotică sînt cunoscute și la alte viroze ale pomilor fructiferi și ale speciilor ierboase.

Simptome ale sistemului radicular. Anumite virusuri produc distrugerea rădăcinilor, ceea ce duce la ofilirea sau moartea plantelor. Uneori, în urma uscării rădăcinilor principale, se formează la baza tulpinii numeroase rădăcini de dimensiuni reduse (fig. 50). Creșterea numărului rădăcinilor este cunoscută la virusul încrețirii sfeclei, iar reducerea dezvoltării acestora la mozaicul lucernei. Virozele rădăcinoaselor produc de asemenea micșorarea masei rădăcinilor. Virusul tumorigen produce tumori pe rădăcinile și tulpinile unor specii.

Lipsa simptomelor. Infecția și multiplicarea virusurilor în plante nu duc totdeauna la apariția simptomelor vizibile. Prin *infecție inaparentă* înțelegem orice stare de nemanifestare a atacului. Numeroase virusuri nu produc niciodată simptome la anumite gazde. Acest tip permanent de „inaparență" se numește *infecție latentă*. Plantele cu infecție latentă se numesc *purtătoare fără simptome*. Nemanifestarea infecției se datorește unei toleranțe extreme, unui „comensalism" (B a w d e n, 1958) între virus și planta-gazdă. Obținerea de clone sănătoase din gazdele purtătoare fără simptome a arătat că infecția latentă afectează vigoarea și alte caractere ale acestora. În anumite condiții, plantele infectate latent pot manifesta unele simptome foliare. Prin *mascarea simptomelor* înțelegem o dispariție temporară a acestora. La numeroase viroze, absența temporară a simptomelor se datorește influenței condițiilor de mediu, mai ales a temperaturii. Mascarea cu caracter de permanență se numește însănătoșire (B o s, 1963).

Transformări citologice și anatomice

Regiunile clorotice ale frunzelor mozaicate sînt mai subțiri decît normal datorită reducerii lungimii celulelor palisadice și micșorării spațiilor intercelulare. În aceste zone, cloroplastele sînt mai mici, granulare, mai puțin intens colorate și adesea cu contur neregulat. În general, virusurile nu distrug clorofila, dar inhibă puternic formarea plastidelor. În unele cazuri pot afecta însă și cloroplastele mature. Efectul distructiv sau depresiv asupra cloroplastelor duce la scăderea conținutului în clorofilă. Datorită absenței acesteia, prezența xantofilei și a carotenului devine mai evidentă, determinînd formarea petelor de culoare verde-deschis sau galbenă.

O importanță mai mare s-a acordat în ultimii ani virusurilor producătoare de neoformații (umflături în lungul nervurilor, enațiuni, tumori), care își au originea în proliferarea mai mult sau mai puțin accentuată a celulelor (L e e, 1955).

Numeroase virusuri duc la moartea celulelor din diferite țesuturi. Pe lîngă necrozele care afectează epiderma, mezofilul, cortexul și măduva (mozaicul aucuba la tuberculii de cartof), deosebit de importante sînt *fenomenele de degenerare a floemului*. Cercetările efectuate arată că acestea pot fi de două tipuri (E s a u, 1960). În cazul încrețirii sfeclei de zahăr, îngălbenirii stelușei, necrozării floemului ulmului ș.a., degenerarea și necrozarea floemului sînt precedate de o hiperplazie a celulelor acestuia. În cazul altor viroze (răsucirea frunzelor cartofului, îngălbenirea sfeclei de zahăr, îngălbenirea orzului, răsucirea galbenă a piersicului ș.a.), hiperplazia lipsește, efectul lor reducîndu-se în esență la necrozarea elementelor ciurulte și a celulelor conducătoare învecinate. La răsucirea frunzelor cartofului, necrozarea floemului se deosebește de restul prin apariția în celulele distruse a unei substanțe galbene, gomoase, care se colorează în roșu cu floroglucină-acid clorhidric sau fucsină (B o d e, 1955). Acumularea în floem a unor substanțe cunoscute sub numele de *caloză* permite de asemenea diagnosticarea timpurie a răsucirii frunzelor prin colorare cu albastru de rezorcină (M o e r i c k e, 1955). Transformările descrise apar atît în tulpină, cît și în tuberculi. Floemul este hipertrofiat la tomatele, respectiv brunificat la vinetele atacate de stolbur (fig. 50), înnegrit la mozaicul sfeclei de zahăr, transformări similare fiind descrise la mozaicul grîului de toamnă, la rozeta crinului etc.

O deviere structurală specială s-a constatat în xilemul vițel de vie afectată de boala Pierce, care determină frînarea creșterii și fenomene de ofilire (E s a u, 1948).

Formarea de țesuturi spongioase (plută) este caracteristică unor virusuri care afectează fructele (rapănul virotic al merelor, pătarea stelată a merelor) sau scoarța pomilor („psoroza" citrușilor).

Scurgerea de substanțe gomoase din tulpină sau din alte organe se observă la speciile de sîmburoase infectate cu virusurile din grupa pătărilor inelare, prunele atacate de vîrsatul prunului și unele viroze ale leguminoaselor (B o s, 1963).

Acumularea hidraților de carbon în frunze este caracteristică mai ales virusurilor care atacă floemul (răsucirea frunzelor cartofului, răsucirea frunzelor mazării, îngălbenirea sfeclei). Ea poate fi pusă în evidență prin colorare cu iodură de potasiu, după eliminarea clorofilei cu alcool. În frunzele plantelor de sfeclă mozaicate, acumularea oxalatului de calciu în celulele mezofilului este mai redusă decît în cele sănătoase.

Virusul înmuierii ramurilor de măr produce, mai ales la soiul Lord Lambourn, o *lignificare defectuoasă a xilemului și a traheidelor*, care poate fi pusă în evidență prin colorare cu acid clorhidric și floroglucină (P r e n t i c e, 1950).

Transformări structurale sau chimice importante au fost puse în evidență și la alte viroze ale plantelor ierboase și lemnoase.

Incluziuni celulare

Timp îndelungat, absența unui agent patogen vizibil era socotită principalul argument în favoarea susținerii naturii virotice a unei boli contagioase. Spre deosebire de ciuperci și bacterii, ale căror micelii, colonii sau organe de înmulțire pot fi observate pe plantele atacate, se considera că virusurile însele nu ar lua parte la formarea simptomelor vizibile. Prezența incluziunilor virotice în plantele infectate arată însă că înseși particulele de virus produc simptome care pot fi puse în evidență cu ajutorul microscopului.

Incluziunile intracelulare reprezintă o caracteristică specială a numeroaselor viroze. Avînd o mărime de 5—30 μ, după colorare cu diferite substanțe (hematoxilină, trypan blue), ele devin vizibile la microscopul obișnuit, morfologia și localizarea lor contribuind la diagnosticarea unor virusuri. Astfel, tulpinile galbene ale virusului mozaicului tutunului (VMT) formează incluziuni diferite de ale altor tulpini, iar la virusurile 3 și 4 ale cărtavetelui, asemănătoare morfologic cu VMT, incluziunile lipsesc.

Incluziunile virotice apar în celulele perișorilor și epidermei, precum și în parenchim și floem, fiind localizate în citoplasmă, nucleu, nucleoli sau cloroplaste (E n g e l b r e c h t și E s a u, 1963).

Prezența incluziunilor este cunoscută de mult timp. Ele au fost observate pentru prima dată de M o l i s c h (în 1885) la plante din

Fig. 51. — Incluziuni intracelulare produse de virusul mozaicului tutunului.
a, incluziune amorfă într-o celulă a perișorilor de tomate (după K a s a n i s și B a w d e n și S h e f f i e l d); b, incluziuni cristaline într-o celulă a perișorilor de tutun (după B a w d e n și S h e f f i e l d).

familia *Cactaceae*, acestea dovedindu-se mai tîrziu infecțioase, formate din particule în formă de bastonașe, filtrabile și de natură proteică (A m e l u n x e n, 1958).

În citoplasma plantelor de tutun mozaicate, I v a n o v s k i (1892) a observat două tipuri de incluziuni: unele amorfe, denumite corpuri X, iar altele cristaline (fig. 51). Acestea pot apărea independent, uneori

observîndu-se însă și transformarea primelor în ultimele (Amelunxen, 1958).

Incluziunile amorfe sînt în general de formă neregulată, globulară sau amoeboidală, putînd fi ușor confundate cu nucleii. Forma incluziunilor cristaline variază de la plăci hexagonale neregulate (VMT) și cristale izometrice (virusul mozaicului mazării și virusul mozaicului galben al fasolei la bob) pînă la corpușoare fuziforme (virusul cactusului) și formațiuni aciforme (VMT).

Incluziunile intranucleare și intranucleolare se întîlnesc relativ rar. Forma și mărimea lor sînt variate. În plantele de tutun infectate cu virusul gravurii moderate a tutunului, incluziunile intranucleare sînt, probabil, sub formă de bipiramide octaedrice. În cazul leguminoaselor infectate cu virusul mozaicului mazării și virusul mozaicului galben al fasolei, acestea au forma unor cristale izometrice, găsindu-se mai multe (peste 5) în același nucleu (McWhorter, 1941). La virusul mozaicului grîului de toamnă, nucleii sînt măriți sau conțin extranucleoli.

Plăcile cristaline sînt cristale adevărate, hialine și optic active, iar pseudocristalele aciforme de același tip ca și cele obținute *in vitro* (fig. 33 a), apariția lor în citoplasma celulelor infectate putînd fi provocată prin adăugare de săruri. Cercetările electronomicroscopice efectuate asupra incluziunilor cristaline izolate din plantele infectate au arătat că ele sînt formate din particule de virus așezate paralel și un solvent volatil. Corpurile X ale VMT sînt formate de asemenea, în cea mai mare parte, din particule de virus aparent înconjurate de o membrană (Brandes, 1956). Denumirea de „viroplast", dată incluziunilor de McWhorter, indică natura lor virotică. Cauza și modul de agregare a particulelor în aceste structuri sînt necunoscute.

Pînă în prezent se cunosc incluziuni celulare la peste 20 de virusuri ale plantelor (Goldin, 1954).

Transformări fiziologice

Variabilitatea mare a simptomelor demonstrează schimbările multiple produse de virusuri în plantele infectate fie ca urmare directă a înmulțirii lor, fie prin deranjamentele secundare datorite reacției plantelor-gazdă.

Numeroase lucrări au fost efectuate cu privire la influența virusurilor asupra metabolismului plantelor-gazdă, rezultatele obținute fiind uneori folosite în scopuri diagnostice. Cercetările mai vechi asupra metabolismului respirației (oxidoreducător) au arătat că la tuberculii de cartof degenerați, *potențialul redox* este mai scăzut decît la cei sănătoși. În cazul unor infecții puternice, în special cu virusul răsucirii frunzelor, puterea de reducere este mai mare la cartofii bolnavi, rezultatele fiind însă mult influențate de gradul de infecție, de anotimp și de condițiile de păstrare.

Schuster (1962) arată că reactivul cel mai indicat pentru punerea în evidență a zahărului reducător este soluția Fehling, procedeul indicat fiind, după Wenzel (1963), neaplicabil în practică. Maassen (1963), prin testul cu „fenol", a elaborat un procedeu simplu pentru diagnosticarea răsucirii cartofului în frunze și tulpini. Capacitatea de legare a apei de către tuberculii infectați este diferită de a celor sănătoși. Ca urmare, sucul extras din tuberculii bolnavi are conductibilitate și putere osmotică mai ridicate și un punct de îngheț mai scăzut.

În general s-a constatat o respirație mai puternică la plantele infectate (Yamaguchi și Takahashi, 1965). În funcție de virus, perioada scursă de la infecție, starea fiziologică a gazdei, condițiile externe, vîrsta frunzelor luate în cercetare, ea poate fi însă mai mare, egală sau mai redusă decît la plantele sănătoase. Cercetările efectuate cu diferite virusuri și plante-gazdă arată că în prima perioadă după infecție (circa 20—30 de zile) respirația este mărită, după care devine normală sau mai scăzută decît la plantele sănătoase. La plantele de tutun infectate cu virusul gravurii, respirația este peste normal începînd cu apariția simptomelor.

Virusurile dereglează puternic întregul sistem enzimatic, influența lor variînd în funcție de enzimă, virus și planta-gazdă. Astfel s-a constatat o activitate mai ridicată a clorofilazei, diastazei, invertazei, fosfatazei și fenoloxidazei în frunzele de tutun infectate cu VMT, a fenoloxidazei în frunzele de tomate infectate cu VMT, a diastazei în frunzele de cartof infectate cu virusul răsucirii frunzelor și a peroxidazei la cartoful dulce infectat cu diferite virusuri.

Optimul de lumină este mai scăzut la plantele bolnave decît la cele sănătoase. La unele virusuri de tip mozaical, fotosinteza este cu pînă la 20% mai redusă, începînd cu apariția simptomelor. În cazul răsucirii frunzelor de cartof, asimilația este frînată datorită acumulării asimilatelor în plastide și afectării schimbului de gaze, ca urmare a închiderii mai accentuate a stomatelor.

Depresiunea creșterii, observată în cazul multor viroze, este o urmare a contuzării balanței hormonilor. Un conținut mai redus în auxină a fost pus în evidență la plantele infectate cu virusul petelor de bronz, virusul răsucirii frunzelor, VMT ș.a. Faptul că meristemele de creștere sînt libere de virus a fost pus în legătură cu un conținut bogat în substanțe stimulatoare de creștere, care ar avea un efect antagonist asupra virusului. Stimularea creșterii plantelor atacate pitice prin tratamente cu acid giberelinic a fost pusă în evidență în multe cazuri, fiind neeficace în altele (Yerkes, 1960). Curbarea în jos a frunzelor (epinastie), frecvent întîlnită la diferite viroze, se datorește acumulării etilenei, ca urmare a formării necrozelor (Ross și Williamson, 1951).

Numeroase cercetări au fost efectuate cu privire la influența virusurilor asupra hidraților de carbon din frunzele plantelor infectate. S-a constatat că virozele de tip mozaical, care afectează cloroplastele fără a influența transportul asimilatelor, se caracterizează printr-o reducere

a conținutului în hidrați de carbon. Acesta este însă deosebit de mare în cazul virozelor care afectează floemul (răsucirea frunzelor cartofului, îngălbenirea sfeclei ș.a.). Acumularea hidraților de carbon în frunzele plantelor bolnave nu poate fi explicată însă prin funcționarea anormală a floemului, ci prin anumite deranjamente cu efect de blocare a asimilatelor, produse la nivelul celulelor (Wilson, 1955).

Metabolismul azotului este insuficient studiat. Concluzia care poate fi trasă din cercetările efectuate pînă acum este că plantele infectate se caracterizează printr-un conținut mai mare de proteină extractibilă, care în unele cazuri este dublă față de cele sănătoase, o bună parte din aceasta fiind formată din proteină-virus. Virusurile influențează de asemenea conținutul în alcaloizi (Schuster, 1960) și glicozizi (Silva și Pop, 1965).

În jurul petelor necrotice produse de virusuri la diferite solanacee, precum și în frunzele și tuberculii plantelor de cartof infectate se acumulează cantități sporite de scopoletină (Reppel, 1959), care poate fi pusă în evidență prin fotografiere în lumină ultravioletă.

S-a arătat că deformarea frunzelor produsă de VMT la tomate se datorește formării unei toxine termostabile, care lipsește în plantele cu simptome similare produse de virusul mozaicului castraveților. Fenomenele de ofilire se pot datora fie toxinelor, fie acumulării în sistemul vascular a unor substanțe care împiedică aprovizionarea plantelor cu apă.

Influența virusurilor asupra biochimismului plantelor este mult mai complexă. Date importante privind schimbarea metabolismului plantelor bolnave, fiziologia apariției simptomelor, formarea diferitelor substanțe în legătură cu fenomenul de rezistență, influențarea relațiilor dintre plante și virusuri (simptome) prin schimbarea condițiilor externe ș.a. se găsesc în lucrările lui Bawden (1964a), Hofferek și Wolfgang (1965), Opel (1965) și Ross (1966).

MODUL DE TRANSMITERE

Virusurile înmulțindu-se numai intracelular, iar cuticula constituind o barieră în pătrunderea lor în țesuturi, transmiterea de la o plantă la alta necesită intervenția directă a unui factor extern, care să vehiculeze agentul infecțios și să mijlocească introducerea lui, printr-o rană, în celula sensibilă. Cu toate că în majoritatea cazurilor ele manifestă o sensibilitate ridicată la factorii externi, față de care sînt protejate numai prin învelișul proteic, continuitatea lor în natură este asigurată datorită unor posibilități variate de transmitere.

Transmiterea prin înmulțire vegetativă și altoire

Virusurile prezintă o importanță primordială la speciile perene și cele înmulțite vegetativ, care asigură existența lor continuă fără a le expune riscului legat de transmiterea de la un individ la altul printr-un factor extern. Astfel de specii asigură nu numai perpetuarea virusurilor în natură, ci și răspîndirea lor teritorială, orice organ de înmulțire vegetativă (tuberculi, bulbi, tubero-bulbi, stoloni, drajoni, butași ș.a.) provenit de la plante bolnave dînd naștere la urmași infectați. Atît plantele inițiale, cît și descendențele vegetative infectate constituie, în cazul unor virusuri, focare importante de infecție pentru culturile anuale. Altoirea, fiind o metodă simplă de înmulțire vegetativă, asigură transmiterea virusurilor de la componentul bolnav la cel sănătos. Ea joacă un rol primordial în răspîndirea virusurilor pomilor fructiferi, ale viței de vie, ale trandafirilor etc., fiind de asemenea mult utilizată în lucrările de transmitere artificială. Uneori, altoirea este singura metodă accesibilă pentru stabilirea naturii virotice a unor boli, tehnicile elaborate în acest scop fiind foarte variate. Folosirea acestor metode este limitată însă de cercul relativ îngust de plante care pot fi altoite între ele.

Transmiterea prin cuscută

Speciile de cuscută oferă posibilitatea extinderii transmiterii de tipul altoirii între plante ale căror țesuturi nu formează o unire organică între ele. Posibilitatea studiului cercului de plante-gazdă cu ajutorul acestor plante pare a fi aproape nelimitată datorită existenței numeroaselor specii, una singură (*Cuscuta compestris*) parazitînd peste 100 de plante diferite.

Transmiterea prin sămînță

Spre deosebire de transmiterea în proporție ridicată a virusurilor prin înmulțirea plantelor pe cale vegetativă, descendențele generative sînt în majoritatea cazurilor libere de virus. Lipsa transmiterii prin sămînță la cele mai multe virusuri nu se datorește în general izolării anatomice a embrionului, inactivării virusurilor în embrion sau în sămînță în decursul proceselor de maturare sau adsorbirii agentului infecțios de către proteina seminței, ci faptului că ele nu infectează polenul și celulele embrionare femele. Faptul că unele virusuri care realizează concentrații ridicate în celulele vegetative nu sînt capabile să infecteze țesuturile meristematice ale vîrfurilor de creștere ne face să presupunem că nepătrunderea virusurilor în celulele generative s-ar putea datora lipsei posibilităților de înmulțire a acestora din cauza metabolismului acidului

nucleic al celulelor intrate în diviziune nucleară. Pe de altă parte, existența transmiterii prin sămînță la unele plante arată capacitatea virusurilor de a imprima celulelor-gazde sistemul propriu de sinteză a acidului nucleic chiar atunci cînd acestea sînt activ angajate în asigurarea necesităților proprii cu acid dezoxi- și ribonucleic (B a w d e n, 1964). Transmiterea prin sămînță este mai frecventă la plantele din familia leguminoase. Procentul semințelor infectate variază în funcție de virus, specia-gazdă și momentul infecției, depinzînd, probabil, de starea fiziologică a plantei în momentul infloririi. Acest mod de transmitere se întîlnește de asemenea la mozaicul salatei, unele viroze ale cucurbitaceelor, diferite specii infectate cu unele virusuri din grupa pătărilor inelare etc. Transmiterea virusurilor prin polenizarea florilor cu polen provenit de la plante bolnave a fost demonstrată în cazul virusurilor mozaicului fasolei, mozaicului dungat al orzului, pătărilor inelare ale genului *Prunus* și mozaicului ulmului. Recent s-a descris de asemenea un virus latent în măr, transmisibil prin sămînță. Virusul mozaicului tutunului nu se găsește în embrion, ci numai în învelișul seminal, infectînd plantele prin contact în timpul germinării. Alte virusuri mai puțin rezistente (virusul gravurii tutunului), deși ajung în învelișul seminal, devin inactive în semințele mature. Nu toate semințele cu embrionul inițial infectat dau naștere la descendențe bolnave. Prin păstrare se înregistrează o scădere treptată a procentului de semințe din care rezultă plante infectate. Unele virusuri se transmit numai prin sămînța unei specii (virusul petelor de bronz — *Cineraria*), iar altele (virusul pătării inelare negre a tomatelor) prin sămînța mai multor specii.

Transmiterea mecanică

Denumirea acestui mod de transmitere derivă de la inocularea manuală a plantelor sănătoase prin frecarea frunzelor cu suc infecțios. În vederea creării rănilor necesare pătrunderii virusului se folosesc ace, spatule, perii și mai ales praf de carborundum. Fiind folosită cel mai mult în munca de cercetare, transmiterea mecanică a jucat un rol însemnat în dezvoltarea virologiei. Numeroși factori influențează rezultatele transmiterii mecanice. Dintre aceștia mai importanți sînt abrazivul folosit, specia, vîrsta și condițiile de cultură a plantei inoculate, condițiile externe în timpul inoculării și după efectuarea acesteia, prezența unor substanțe stimulatoare sau inhibitoare în inocul etc. Unele rezultate recente arată că starea plasmei în momentul inoculării influențează de asemenea rezultatele transmiterii (Y a r w o o d ș.a., 1962).

În natură, transmiterea mecanică joacă un rol mai puțin important. Totuși se cunosc unele virusuri (virusul tuberculilor fusiformi, virusurile X, S, M ale cartofului, virusul mozaicului tutunului, virusul pătării clorotice a mărului ș.a.) care se transmit cu mare ușurință prin contactul dintre plante. În acest caz, introducerea virusurilor în celulă

se realizează prin rănile accidentale efectuate prin atingerea plantelor între ele, cu ocazia efectuării diferitelor lucrări sau de către animalele cu aparat bucal pentru rupt.

Transmiterea prin artropode

Insectele și acarienii constituie o grupă importantă de transmițători ai virozelor plantelor. Cu puține excepții, transmiterea se caracterizează printr-o mare specificitate, care poate fi împărțită în două categorii. Specificitatea de grup constă în faptul că un virus numai cu totul excepțional este transmis de către animale aparținînd mai multor grupe sistematice (afide, cicade, tripși etc.). A doua este specificitatea de specie. Virusurile se comportă foarte diferit din acest punct de vedere. Unele dintre ele, mai ales acelea transmisibile prin afide, au un număr mare de specii vectoare. Altele, în special virusurile transmisibile prin cicade, aleurodide și tripși, posedă o specificitate extremă, transmițîndu-se numai printr-o singură specie sau rasă. Majoritatea vectorilor au aparat bucal pentru înțepat și supt, cei cu aparat bucal pentru rupt fiind capabili să transmită mecanic, accidental și cu totul nespecific numai unele virusuri deosebit de infecțioase. Adesea speciile vectoare nu prezintă importanță ca dăunători direcți. Viteza de răspîndire a virusurilor în cîmp depinde de prezența sursei de infecție, concentrația virusului în planta infectată, frecvența, mobilitatea și capacitatea de hrănire a vectorului pe sursele de infecție și pe specia sensibilă. Este de asemenea cunoscut faptul că unele virusuri pot fi transmise de vectori numai în prezența altora. Astfel, virusul mozaicului aucuba al cartofului este transmis de *Myzus persicae* numai de la plante infectate simultan cu virusul A, iar virusul C numai în prezența virusului Y. Rozeta tutunului și îngălbenirea și piticirea morcovului sînt boli produse de cîte două virusuri, dintre care unul se transmite prin vectori numai în prezența celuilalt (W a t s o n și S e r j e a n t, 1964).

Relația dintre virusuri și vectori și mecanismul transmiterii sînt variate și mult discutate (B r a d l e y, 1964; M a r a m o r o s c h, 1964). Toți cercetătorii sînt de acord că există două extreme în ceea ce privește modul transmiterii virusurilor prin vectori. La o extremă se situează virusurile a căror transmitere de la o plantă la alta poate fi efectuată într-un timp foarte scurt (minute), vectorul păstrîndu-și capacitatea de infecție numai cîteva ore de la părăsirea plantei bolnave: la alta virusurile ai căror vectori devin infecțioși numai după cîteva zile de la achiziționarea agentului patogen, păstrîndu-și apoi această calitate timp îndelungat, adesea toată viața, uneori urmașii fiind de asemenea infectați. Este evident că cele două extreme presupun moduri de transmitere diferite, denumite de tip mecanic și biologic, persistent și nepersistent, virusuri transmisibile direct și latente în vectori, transmisibile la exterior și în interior, iar mai recent transmisibile prin stilet și circulative sau

propagative (vezi transmiterea prin afide și cicade). Pe măsură ce cercetările privind modul de transmitere prin vectori au fost extinse la un număr mai mare de virusuri, s-a constatat că între cele două extreme există numeroase cazuri intermediare, clasificarea virusurilor într-o categorie sau alta fiind uneori dificilă.

Timpul minim necesar ca vectorul să se hrănească pe planta bolnavă în vederea preluării virusului se numește perioada de achiziționare, iar cel necesar infectării unei plante sănătoase perioadă de infecție. Prin perioada de latență (incubație) se înțelege timpul scurs de la achiziționarea virusului pînă cînd vectorul devine capabil să transmită boala, iar prin persistența virusului în vector timpul cît acesta își păstrează capacitatea de infecție.

Cicade (Cicadellidae). În Europa, importanța cicadelor ca vectori este mai redusă decît a afidelor. Majoritatea, hrănindu-se exclusiv sau cu preponderență din floem, sînt capabile să transmită virusurile localizate în acest țesut. Toate virusurile transmisibile prin această grupă de insecte au o legătură biologică cu speciile vectoare. Lungimea perioadei de latență în vector variază însă de la cîteva ore (virusul încrețirii vîrfului sfeclei de zahăr în *Eutettix tenellus*, virusul stricului porumbului) pînă la mai multe zile (virusul îngălbenirii steluței în *Macrosteles fascifrons*, virusul piticirii orezului în *Nephotettix apicalis* var. *cincticeps*, virusul piticirii porumbului în *Dalbulus maidis*). În cazul mai multor virusuri aparținînd ultimei categorii s-a pus în evidență înmulțirea lor în vector, acesta fiind considerat o gazdă alternativă a agentului patogen, uneori el însuși fiind supus unui proces patologic. Această relație strînsă între virusuri și vectori a fost numită transmitere propagativă (M a r a m o r o s c h, 1964). Transmiterea cu o perioadă de latență scurtă și fără multiplicarea virusului în vector a fost numită circulativă. În ultimul caz, mecanismul transmiterii presupune achiziționarea virusului prin părțile bucale, acumularea lui în corpul vectorului, traversarea țesuturilor acestuia ajungînd din nou în aparatul bucal, prin care este introdus în planta sensibilă. Virusul neînmulțindu-se în vector, capacitatea de transmitere scade treptat în timpul perioadei de persistență, iar eficacitatea transmiterii este mărită prin prelungirea perioadei de achiziționare.

Recent s-a descoperit că o specie de *Micrutalis (Membracidae)* transmite în mod circulativ (perioadă de latență 1—2 zile) virusul pseudoîncrețirii sfeclei, ceea ce arată posibilitatea identificării de noi vectori în cadrul altor grupe sistematice.

Afide. Dintre virusurile transmisibile prin vectori, cele mai multe se transmit prin afide. Forma cea mai frecventă de transmitere la această grupă este transmiterea prin stilet. Ea se datorește virusului care rămîne atașat pe partea exterioară a vîrfului stiletului după hrănirea insectei pe planta infectată (B r a d l e y, 1964). Pentru achiziționare și infecție sînt suficiente cîteva secunde de hrănire. Virusurile care prezintă această relație cu vectorii sînt ușor transmisibile prin inoculare de suc. Faptul că virusuri deosebit de infecțioase (virusul mozaicului tutunului și virusul X al cartofului) nu sînt transmisibile prin afide arată că stiletul insectei nu joacă rolul unui simplu ac de inoculare. Această concluzie rezultă și din faptul că persistența virusului mozaicului conopidei este mai lungă la *Brevicoryne brassicae* decît la *Myzus persicae*.

Transmiterea circulativă este mai puțin frecventă la afide. Printre virusurile cu acest mod de transmitere se numără virusurile îngălbenirii orzului, mozaicului cu enațiuni al mazării, răsucirii frunzelor mazării, îngălbenirii sfeclei și virusul 3 al căpșunilor. Virusul răsucirii frunzelor cartofului aparține tipului propagativ, dată fiind capacitatea lui de înmulțire în *Myzus persicae* (S t e g w e e și P o n s e n, 1958). În concluzie, comportarea afidelor în transmiterea diferitelor virusuri poate fi rezumată astfel : perioadă de achiziționare de cîteva secunde pînă la ore ; perioada dintre achiziționarea virusului pînă insecta devine capabilă de transmitere, variază de la zero pînă la o perioadă de latență de cîteva ore pînă la mai multe zile ; perioada de persistență în vector de la mai puțin de o oră pînă la mai multe zile.

Ploșnițe. Piesma quadratum transmite circulativ virusul încrețirii europene a sfeclei, iar *P.cinereum* în mod asemănător virusul Savoya al sfeclei. Ambele virusuri rezistă peste iarnă în corpul insectelor.

Pseudococcide. Diferite specii sînt vectori ai virozelor arborilor de cacao și ananas *(Dysmicoccus sp.)*, transmiterea fiind de tip nepersistent.

Aleurodide. Speciile de aleurodide, hrănindu-se din floem, transmit exclusiv circulativ numeroase viroze din țările calde (M a r a m o r o s c h, 1964).

Tripși. Pînă în prezent se cunosc numai patru specii de tripși *(Trips tabaci, Frankliniella schultzei, F.occidentalis* și *F.fusca)* care transmit diferite boli produse de virusul petelor de bronz al tomatelor. Modul de transmitere este de tip circulativ. Achiziționarea virusului are loc numai de către larve. Formele imago pot rămîne infecțioase toată viața sau își pierd (sau întrerup) după scurt timp capacitatea de infecție.

Coleoptere. Speciile de coleoptere cu aparatul bucal pentru rupt și mestecat par a fi singurele capabile să transmită pe cale „mecanică" unele virusuri deosebit de infecțioase. Se cunosc însă și virusuri ale căror relații cu speciile de coleoptere sînt mai strînse. Astfel unele virusuri ale cucurbitaceelor pot ierna în gîndaci din genul *Diabrotica*. Virusul mozaicului galben al napului se transmite prin specia *Phaedon cochleariae*, iar *Ceratoma ruficornis* transmite un mozaic la *Vigna sinensis*.

Acarieni (Arachnoidea). Specii de eriophide transmit reversiunea coacăzului, mozaicul la ficus și un mozaic la piersic. Virusul Y poate fi transmis de *Tetranychus telarius*. *Aceria tulipae* transmite virusul mozaicului dungat (P o p, 1962) și virusul mozaicului pătat al grîului,

persistența primului în vector fiind de 9 zile. Virusul mozaicului raigrasului este răspîndit de asemenea de acarianul *Abacarus hystrix* (Slykhnis, 1964).

Transmiterea prin sol

(nematozi, ciuperci)

Transmiterea prin sol a virusului mozaicului tutunului (VMT) este cunoscută încă din lucrările lui Mayer și Beijerinck. Behrens, în 1899, ajunge de asemenea la concluzia că virusul rattle al tutunului persistă în sol. Mai tîrziu s-au descoperit și alte virusuri care au legătură cu solul. Cercetarea mecanismului transmiterii acestor virusuri a fost mult timp neglijată, probabil, datorită faptului că primul reprezentant recunoscut al acestei grupe era VMT. Avînd în vedere rezistența lui deosebită, datorită căreia rămîne infecțios timp de mai mulți ani în extractele de plante sau țesuturile moarte, nu era nimic surprinzător în faptul că el ar putea rezista și în sol, de unde, prin rădăcinile accidentale, infectează speciile sensibile. Experiențele controlate au arătat că virusurile transmisibile prin sol se comportă uneori diferit. În timp ce la unele (VMT) infecția poate fi provocată adăugînd solului sterilizat suc extras din plantele bolnave, în cazul marii majorități boala nu poate fi reprodusă decît prin amestecarea solului sterilizat cu resturi de rădăcini sau cu sol recoltat din jurul plantelor atacate. Aceasta a dus la concluzia că transmiterea prin sol este legată de prezența unui organism. Cercetările mai recente efectuate în acest domeniu au scos la iveală rolul nematozilor liberi și al unor ciuperci în transmiterea pe cale naturală a unor virusuri (Raski și Hewitt, 1963). În lumina datelor actuale, virusurile transmisibile prin sol pot fi împărțite în mai multe grupe (Harrison, 1964), ele producînd boli grave și deosebit de dificil de combătut la numeroase plante de cultură (tabelul nr. 1).

Transmiterea prin nematozi se caracterizează printr-o mare specificitate, adesea serotipuri ale aceluiași virus transmițîndu-se prin specii diferite. Odată infectați, vectorii își păstrează capacitatea de infecție timp de peste 30 de zile, însă virusul nu este transmis la urmași. Virusurile transmise de nematozi atacă în vetre, care se măresc lent în decursul anilor; ele sînt transmisibile de asemenea prin sămînța diferitelor buruieni și infectează un număr mare de specii.

Relația dintre virusuri și ciuperci a început să fie studiată în ultimii ani. Sporii ciupercii *Olpidium brassicae* devin infecțioși prin amestecarea lor *in vitro* cu virusul necrozei tutunului. Cu toate acestea, mecanismul transmiterii se pare că nu se rezumă la o simplă asociere între cele două componente, dată fiind specificitatea transmiterii atît în ceea ce privește sușa ciupercii, cît și planta-test (Kassanis și MacFarlane, 1965). Recent s-a sugerat ideea că virusul adsorbit la suprafață ajunge în protoplasma zoosporului o dată cu retragerea flagelului. În cazul virusului îngroșării nervurilor salatei, numai sporii din planta infectată sînt capabili de transmitere. Aceasta dovedește că virusul este purtat în interiorul sporilor, în care rezistă timp îndelungat fără să se înmulțească, pierzîndu-se prin cultivarea ciupercii pe plante imune.

Explicarea modului de transmitere a virusurilor din ultima grupă (tabelul nr. 1) pare a fi și mai dificilă. Este posibil ca VMT și tulpina „petunia" a virusului piticirii tomatelor să nu prezinte o legătură biologică cu solul (Lovisolo și colab., 1965). În restul cazurilor pare verosimilă presupunerea că transmiterea este legată de prezența unui organism care acționează atît ca gazdă alternativă, cît și ca vector. Astfel de vectori ar putea fi diferite specii de ciuperci, capabile de a forma

Tabelul nr. 1

Virusuri transmisibile prin sol

Virusul	Vectorul
Mozaicul *Arabis*-ului *	*Xiphinema diversicaudatum*
	Xiphinema coxi
Scurt-nodarea viței de vie *	*Xiphinema index*
Răsucirea frunzelor cireșului *	*Xiphinema coxi*
	Xiphinema diversicaudatum
Virusul latent al căpșunilor *	*Xiphinema diversicaudatum*
Mozaicul raigrasului italian *	*Xiphinema diversicaudatum*
Pătarea inelară a tomatelor *	*Xiphinema americanum*
Pătarea inelară a zmeurului *	*Longidorus elongatus*
	Longidorus macrosoma
Pătarea inelară neagră a tomatelor *	*Longidorus elongatus*
	Longidorus attenuatus
Pătarea inelară a tutunului *	*Longidorus elongatus*
Virusul rattle (Mauche) **	*Trichodermus pachydermus*
	Trichodermus christiei
Brunificarea mazării **	*Trichodermus pachydermus*
	Trichodermus teres
Necroza tutunului *	*Olpidium brassicae*
Îngroșarea nervurilor salatei	*Olpidium brassicae*
Piticirea tutunului	*Olpidium* sp.
Mozaicul grîului	Necunoscut
Mozaicul galben al orzului	„
Mozaicul ovăzului	„
Striful clorotic al trestiei de zahăr	„
Ofilirea bobului	„
Mozaicul rezetă al piersicului	„
Mozaicul tutunului	„
Tulpina „petunia" a virusului piticirii tomatelor	„

* Virusuri cu particule poliedrice; ** Virusuri cu particule alungite

spori de rezistență și să acționeze ca paraziți nespecifici pe rădăcinile plantelor sensibile. Bacteriile nu ar putea fi, de asemenea, total excluse din aceste fenomene, mai ales avînd în vedere cercetările privind asociația dintre virusul mozaicului fasolei și *Xanthomonas phaseoli* (H e d g e s și F i s c h e r, 1946).

NOMENCLATURA ȘI CLASIFICAREA VIRUSURILOR

Denumirile date la început virozelor plantelor erau în strînsă legătură cu simptomul cel mai evident și specia-gazdă (mozaicul tutunului), pentru desemnarea agentului patogen la denumirea bolii adăugîndu-se cuvîntul virus (virusul mozaicului tutunului). Acest sistem, bazat numai pe simptome, a dus adesea la confuzii, virusurile X și Y ale cartofului, virusul mozaicului castraveților, virusul mozaicului tutunului ș.a. fiind prezentate de mai multe ori ca virusuri noi numai pe baza simptomelor produse la alte specii decît cele pe care au fost descrise inițial.

J o h n s o n (1927), deși recunoștea valoarea deosebită a simptomatologiei în clasificare, considera că este imposibil să se dea o denumire descriptivă (bazată pe simptome) tuturor virusurilor care infectează o anumită specie. El propune un sistem după care denumirea fiecărui virus nou să conțină numele speciei-gazdă și un număr care să indice ordinea în care acesta a fost descoperit la specia respectivă (virusul 1 al tutunului). Datorită numărului mic de virusuri cunoscute în 1927 la diferite specii, era posibil să se facă asociația între unele proprietăți ale acestora și numărul de ordine. În prezent, un astfel de sistem ar fi deosebit de greoi, deoarece numărul de ordine nu spune nimic despre caracteristicile agentului patogen sau despre ceea ce se intenționează să denumească. Pe de altă parte, sistemul s-a dovedit necorespunzător, grupînd împreună virusuri care uneori nu au nimic altceva comun decît faptul că se întîlnesc pe aceeași plantă-gazdă. Sistemul nu dă de asemenea soluții corespunzătoare nici în ceea ce privește numerele rămase libere în urma scoaterii unui virus dintr-un anumit grup în care el a fost plasat inițial, pe baza unor cunoștințe incomplete. Mai tîrziu, J o h n s o n încearcă să clasifice virozele cartofului cunoscute în Europa și America folosind simptomele produse pe un singur soi — transformările citologice și anatomice, perioada de incubație, cercul de plante-gazdă și proprietățile fizico-chimice —, ajungînd la concluzia că un astfel de studiu este mai corespunzător decît simptomatologia singură, permițînd stabilirea înrudirii sau identității virozelor descrise sub diferite denumiri.

S m i t h a desemnat cu X și Y două componente mozaicale ale unei viroze complexe a cartofului, literele și denumirile vulgare fiind și în prezent folosite pentru denumirea virusurilor cartofului.

În aceeași perioadă, E l z e (1931) folosește pentru prima dată modul de transmitere ca un criteriu de clasificare.

Supraapreciind acest criteriu, S t o r e y (1931) consideră că virusurile pot fi caracterizate mai bine prin insectele vectoare decît prin plantele-gazdă sau simptomele acestora. El arată însă că specificitatea virusurilor față de insectă nu este absolută, posibilitatea de transmitere putînd fi influențată de tulpina virusului și rasa insectei vectoare.

Valoarea deosebită a specificității serologice în clasificarea virusurilor a fost demonstrată de C h e s t e r (1935). El arată că virusurile cunoscute pînă atunci pot fi împărțite în două grupe serologice distincte: a virusului mozaicului tutunului și a virusului X al cartofului.

S m i t h (1937) folosește în clasificarea a aproximativ 144 de virusuri ale plantelor o variantă a sistemului lui J o h n s o n. Aceasta se caracterizează prin adoptarea numerelor de ordine și folosirea denumirilor științifice ale plantelor-gazdă (*Nicotiana tabacum* virus 1). Sistemul are aceleași neajunsuri ca și cel al lui J o h n s o n, denumirile latinești ale plantelor fiind însă mai comode și mai precise decît cele vulgare. A i n s w o r t h în 1939, acceptînd sistemul lui S m i t h, propune ca tulpinile virusurilor să fie denumite, adăugînd la numele virusului denumirea tulpinii dată de autor (*Nicotiana tabacum* virus 1, tulpina mascată).

Din sarcina Comitetului pentru nomenclatura virusurilor din cadrul Societății americane de fitopatologie, B e n n e t t (1939) a selectat următoarele cinci caracteristici ale virusurilor, care ar fi necesar să se ia în considerare în lucrările de clasificare: simptomele produse la diferite plante-gazdă, transformările morfologice și citologice, relațiile cu insectele, reacțiile antigenice și proprietățile chimice și fizice ale virusurilor. B e n n e t t considera că plantele-gazdă ar constitui criterii raționale pentru separarea generică a virusurilor, însă studiul detaliat al proteinei-virus ar putea da date mai importante pentru gruparea lor în unități sistematice. Natura virusurilor fiind necunoscută, nu s-a putut elabora un sistem care să fie general acceptat. Datorită greutăților ivite în utilizarea sistemului lui J o h n s o n, s-a propus înlocuirea numerelor de ordine cu denumiri legate de anumite proprietăți caracteristice virusurilor. Astfel, virusul 1 al tutunului a fost denumit *Nicotiana virus altathermus*. Dacă cercetările ulterioare vor arăta că virusurile aparțin organismele, acesta urmează să fie denumit *Paracrystalis altathermus*, iar dacă ele vor dovedi natura lor de simple substanțe chimice, la sfîrșitul numelui se va adăuga sufixul „vir" *(altathermovir)*, asemănător sufixului „ază" de la enzime.

În același timp, H o l m e s (1939) propune extinderea și la virusuri a sistemului binar de nomenclatură. El creează regnul *Vira* cu două subdiviziuni — *Phytophagi* și *Zoophagi*, constituite, la rîndul lor, din clase, familii, genuri și 129 de virusuri individuale cu denumiri binare latine, virusul mozaicului tutunului devenind *Marmor tabaci* Holmes. Sistemul lui H o l m e s are avantajul de a putea grupa virusurile ținînd

seama de toate caracteristicile lor cunoscute, oferind de asemenea posibilitatea de a adăuga sau scoate speciile de virus fără a afecta continuitatea sistemului.

Un an mai tîrziu, Valleau în 1940 adoptă sistemul lui Holmes, însă, nemulțumit fiind de unele genuri, le redefinește sau creează altele noi, nerecunoscînd nici o grupare superioară acestora.

Paralel, Fawcett propune un sistem de nomenclatură care combină tot ce este mai bun în sistemele lui Johnson, Smith, Bennett și Holmes. După acest autor, genul se obținea prin adăugarea sufixului „vir" la forma genetivă a genului plantei-gazdă, la care virusul a fost descris prima dată *(Solanivir vastans)*.

Avînd în vedere înmulțirea virusurilor numai în interiorul celulelor, Thornberry le clasifică în ordinul *Biovirales*, în aceeași clasă cu bacteriile. Virusurile plantelor sînt cuprinse în genul *Phytovirus*, familia *Phytoviraceae*, separarea speciilor bazîndu-se pe cercul de plante-gazdă, modul de transmitere și simptomele produse pe anumite plante standard. Denumirile date de acest autor *(Phytovirus nicomosaicum* var. *vulgare)* sînt deosebit de greoaie.

Bawden în 1941, criticînd sistemul binar, este de părere că nomenclatura virusurilor trebuie să se bazeze pe un sistem de clasificare în așa fel ca numele virusului să conțină unele proprietăți caracteristice ale virusului și că orice clasificare trebuie să aibă la bază virusurile înseși, și nu planta-gazdă. Avînd în vedere acest fapt, este posibil să fie clasificate virusurile cu proprietăți morfologice, serologice și chimice cunoscute, restul putînd fi cuprinse într-un grup separat. El consideră că o listă de denumiri comune (vulgare), aprobată ar fi de un real folos virologilor și fitopatologilor în deosebirea și referirea la diferite virusuri. În aceeași perioadă, Ainsworth este de asemenea de părere că o listă standardizată de denumiri engleze ar facilita mult munca fitopatologilor.

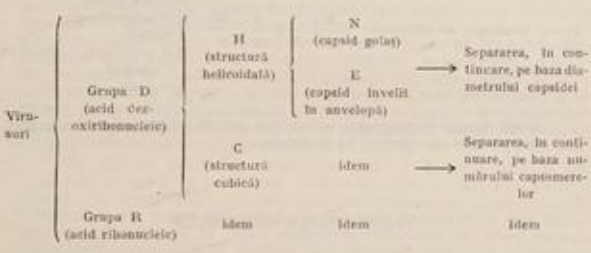
Ceva mai tîrziu, McKinney creează regnul *Phyta*, virusurile plantelor fiind cuprinse în subdiviziunea *Viriphyta*. Folosind sistemul binar, el descrie amănunțit specii tipice pentru 12 genuri.

În 1960 Hansen a propus de asemenea un sistem de nomenclatură a virusurilor în care denumirea genului este compusă din simboluri reprezentînd trei caracteristici importante ale virusurilor (transmiterea, relația cu insectele și morfologia particulelor). După acest sistem, virusul X al cartofului este denumit *Minflexus solani* (M — transmisibil mecanic ; in — fără transmițători animali, flexus — flexuos).

Brandes și Wetter (1959) au clasificat o serie de 46 de virusuri alungite pe baza morfologiei particulelor, lungimii lor normale și reacțiilor serologice. Aceasta constituie prima încercare de clasificare a virusurilor pe baza înrudirii lor naturale, și nu pe relațiile lor cu plantele-gazdă. Sistemul permite includerea în grupele respective a unor noi virusuri cu morfologie și reacții serologice similare, precum și scoaterea unora care s-ar dovedi mai mult înrudite cu un alt grup. El nu

exclude de asemenea folosirea denumirilor vulgare (Anonim, 1957), atît de intrate în uzul fitopatologilor.

Dezvoltînd și mai mult ideea clasificării naturale, Lwoff și colab. (1962) au elaborat un sistem de clasificare bazat mai ales pe compoziția, morfologia, structura și simetria particulelor :



După acest sistem, virusul mozaicului tutunului poate fi desemnat RHN, 170—200 A, iar cel al mozaicului galben al napului RCN, 32c.

Comitetul internațional pentru nomenclatura virusurilor, întrunit în 1965 la Paris, a propus (Anonim, 1965) ca virusurile animalelor, bacteriilor și plantelor să fie cuprinse în *Phylum Vira*, separat apoi în sub-phyle, clase, ordine, familii, genuri și specii, pe baza caracterelor enunțate în sistemul lui Lwoff ș.a. Secția de virusuri a Societății de microbiologie generală întrunită la Londra a criticat atît clasificarea bazată pe un număr fix de caractere, cît și denumirile latine elaborate de comitet, susținîndu-se utilitatea punerii la punct a unui sistem de clasificare bazat pe principii adansoniene, care constau în acordarea unei importanțe similare tuturor caracterelor și utilizarea lor în egală măsură în clasificare. Avînd în vedere aceste principii, Gibbs și colab. (1966) propun folosirea în continuare a denumirilor vulgare și completarea lor cu coduri (criptograme) formate din simboluri unanim recunoscute, care să sintetizeze toate cunoștințele existente la un moment dat despre virusurile respective. Criptogramele propuse de autorii citați conțin un număr de 8 caractere, așezate în 4 grupe :

$$\frac{\text{Tipul acidului nucleic (AN)}}{\text{Înlănțuirea AN}} ; \quad \frac{\text{Greutatea moleculară a AN}}{\%\text{AN}} ; \quad \frac{\text{Conturul particulei}}{\text{Forma nucleocapsidului}} ; \quad \frac{\text{Gazdă}}{\text{Vector}}$$

Folosind simbolurile date de autori, redăm mai jos criptogramele a două virusuri ale plantelor :

Virusul mozaicului tutunului : $\frac{R}{1}; \frac{2}{5}; \frac{E}{E}; \frac{S}{0}$

Virusul tumorigen al trifoiului : $\frac{R}{2}; \frac{X}{X}; \frac{S}{S}; \frac{IS}{L}$

E = alungit
S = plantă cu sămânță
0 = fără vector
X = nedeterminat
S = sferic
IS = nevertebrat + plantă cu sămânță
L = cicade

După aceste criptograme, virusurile pot fi grupate apoi în unități mai mari pe baza asemănării lor fenotipice.

VARIABILITATEA VIRUSURILOR

Variația virulenței virusurilor a fost demonstrată prin lucrările lui Pasteur înainte ca ele să fi fost recunoscute ca un tip distinct de agenți patogeni. Cu toate acestea, au fost necesare mai multe decenii după descoperirea lor pentru ca această proprietate importantă să fie recunoscută de toți fitopatologii.

Majoritatea virusurilor plantelor cercetate sub acest aspect s-au dovedit a fi formate din mai multe variante sau tulpini care se deosebesc între ele prin : simptomele produse la diferite specii, modul de transmitere, rezistența *in vitro*, rezistența față de diferite tratamente, forma de cristalizare, punctul izoelectric, mobilitatea electroforetică, structura antigenică, conținutul în aminoacizi și chiar morfologia particulelor.

Atît virusurile, cît și tulpinile acestora diferă între ele în ceea ce privește ușurința cu care își schimbă diferitele caractere. Printre virusurile cele mai variabile se numără VMT, la care s-au descris peste 50 de variante, virusul rattle, virusul X, virusul mozaicului dungat al orzului ș.a. Cercetările efectuate arată că diferitele caracteristici ale virusurilor se schimbă independent sau împreună. Unele caractere s-au dovedit ușor variabile, iar altele manifestă o stabilitate ridicată.

Datorită variabilității ridicate, izolatele obținute din plantele bolnave infectate natural reprezintă adesea un amestec de diferite variante (forme sau tulpini). În funcție de modul de transmitere a virusurilor și de reacția plantelor-test, separarea acestora poate fi efectuată prin obținerea inoculului din leziuni locale individuale, prin inocularea plantelor cu reacție sistemică cu un inocul astfel diluat încît infecția să apară

numai la 1/3 din plante sau prin infectarea plantelor cu insecte, folosind un timp de achiziționare scurt.

McKinney, Thung și Salaman au arătat că în plantele infectate cu o tulpină este imposibilă multiplicarea altor forme aparținînd aceluiași virus. Acest fenomen de interferență specifică, denumită protecție încrucișată, preimunitate sau antagonism reciproc, are, alături de metodele serologice, o importanță deosebită în identificarea virusurilor care produc simptome diferite ca tulpini ale aceluiași virus. Virusurile neînrudite nu se exclud reciproc, simptomele obținute în cazul infecțiilor complexe fiind caracteristice ambelor virusuri, intermediare acestora sau mai grave ori mai slabe decît la plantele infectate separat cu virusurile componente. Înmulțirea unui virus poate fi însă influențată, negativ sau pozitiv, de prezența altuia, un exemplu evident în acest sens fiind virusul satelit, care este capabil să se înmulțească numai în prezența tulpinii Rothamsted a virusului necrozei tutunului.

Mutante ale diferitelor virusuri au putut fi obținute în mod artificial prin trecerea lor prin gazde neobișnuite, prin menținerea plantelor infectate la temperaturi ridicate, prin amestecarea *in vitro* a sucului infecțios cu suc extras din diferite specii, prin expunere la raze Roentgen sau ultraviolete, în unele experiențe efectuate în acest domeniu posibilitatea unei selecții nefiind însă complet eliminată. Cercetările efectuate cu amestecuri de tulpini ale virusului petelor de bronz (Best, 1961) și ale VMT (Aach, 1961) arată că apariția unor variante noi pe calea recombinărilor (schimb de gene) este de asemenea posibilă.

În ultimii ani s-au înregistrat progrese însemnate în elucidarea cauzelor variabilității. Cercetările arată că identitatea virusurilor este condiționată de identitatea acidului nucleic, diferențele dintre virusurile individuale fiind determinate de variația proporției celor patru nucleotide ale acidului nucleic. Tulpinile aceluiași virus au, în linii mari, acizi nucleici cu aceeași compoziție chimică. Diferențele dintre tulpini se explică însă prin ordinea nucleotidelor, secvența lor reprezentînd un cod care determină ordinea, proporția și felul aminoacizilor încorporați în fracția proteică. Deosebiri însemnate în ceea ce privește conținutul în aminoacizi al tulpinilor VMT au fost puse în evidență de Wittmann (1961) și Knight (1963). Recent, la VMT, ca și la alte virusuri ale plantelor, animalelor și bacteriofagilor s-au obținut diferite mutante prin tratarea *in vitro* a preparatelor cu acid azotic sau hidroxilamină (Schuster și Wittmann, 1963 ; Knight, 1963 ; Symson, 1963). Prin aceste tratamente se obține o transformare a unor nucleotide în altele și, ca urmare, o schimbare a garniturii aminoacizilor în fracția proteică. Unele rezultate (Wittmann, 1961) arată că ele pot determina și o schimbare a bazei unei gene din lanțul acidului nucleic, care influențează apariția simptomelor fără a produce schimbări în compoziția proteinei.

IMPORTANȚA ECONOMICĂ ȘI COMBATERE

La unele plante, pagubele produse de viroze sînt deosebit de mari. Este suficient să citãm în acest sens producția de 40 q/ha, care poate fi obținută la cartof cu un material de plantare liber de virusuri în comparație cu cel mult 16—18 q/ha recoltate de pe suprafețele plantate cu material infectat. Importanța practică a virozelor a fost mulți ani subapreciată datorită faptului că adesea efectul lor asupra plantelor nu este atît de evident ca la celelalte categorii de agenți patogeni. Spre deosebire de ciuperci, apariția epidemiilor virotice sînt precedate de cîțiva ani în care are loc o acumulare treptată a infecției. Odată intrate într-o regiune, virusurile produc scăderi anuale de producție, eliminarea totală a sursei de infecție fiind dificilă datorită cercului mare de plante-gazdă și modului de transmitere. Pagubele produse de viroze pot fi însă evitate sau micșorate prin aplicarea diferitelor măsuri de prevenire.

Sursele de infecție pentru culturile anuale sînt, în cazuri rare, plante anuale infectate prin sămînță și, mai frecvent, specii perene, bienale sau înmulțite vegetativ. Surse importante de infecție pot constitui de asemenea solul, plantele anuale care supraviețuiesc de la un an la altul, plantele anuale de toamnă cultivate și sălbatice.

Recomandarea *distrugerii surselor de infecție*, ca măsură de combatere, presupune cunoașterea lor completă și a epidemiologiei virusului la cultura respectivă. În general, ea dă rezultatele așteptate dacă este aplicată în perioadele cînd răspîndirea virusului este încetată sau absentă, iar sursele de infecție sînt exemplare ale speciei cultivate din cadrul suprafeței protejate.

Data semănatului are o importanță însemnată în prevenirea atacului numeroaselor viroze. Datorită faptului că vectorii apar sau intensitatea zborului acestora crește o dată cu ridicarea temperaturii, iar plantele tinere sînt mai sensibile la atacul acestora decît cele bătrîne, culturile semănate sau plantate mai devreme în primăvară sînt, în general, mai puțin atacate decît cele întîrziate. Astfel, întîrzierea cu 2—4 săptămîni a plantării cartofului de sămînță în unele regiuni duce la dublarea atacului virusurilor transmisibile prin afide. Există însă și cazuri cînd atacul poate fi micșorat prin întîrzierea culturii. Astfel, sfecla însămînțată după perioada migrării de primăvară a afidelor este mai puțin infectată cu virusurile îngălbenirii decît cea semănată înaintea acesteia. Atacul este de asemenea diminuat prin efectuarea răririi culturilor semănate mai des (sfeclă), după perioada migrării de primăvară a afidelor. Datorită relației vectorilor cu temperatura, la culturile de toamnă atacul este mai mare la semănăturile timpurii în comparație cu cele tîrzii (Pop și Tușa, 1964). Atacul unor viroze cu o perioadă scurtă de răspîndire în timpul anului poate fi complet eliminat prin

data plantării. Astfel, culturile de cartof din zonele cu temperaturi ridicate, plantate timpuriu, pot fi recoltate înainte de apariția stolburului, iar cele de vară plantate după 20 iulie „scapă" de asemenea de atacul acestei boli.

În numeroase cazuri, procentul plantelor atacate de virusurile transmisibile prin afide sau cicade este mai redus în *culturile dese* decît în cele cu densitate mică (Pop și Cojocaru, 1964). Aceasta se datorește, în primul rînd, faptului că numărul vectorilor de pe o anumită suprafață este independent de numărul plantelor. Zborul de atac al acestora avînd loc la o înălțime mică, rîndurile marginale ale culturilor bine închegate constituie adevărate bariere care previn pătrunderea vectorilor în interiorul lor. Condițiile microclimatice create în cadrul culturilor dese sînt nepriincioase activității afidelor și cicadelor transmițătoare. Densitatea ridicată favorizează infecția virusurilor transmisibile prin contact sau prin vectori cu posibilități reduse de mișcare (acarieni, pseudococcide ș.a.).

Cea mai sigură și mai simplă metodă de combatere a virozelor constă în *cultivarea soiurilor rezistente*. Obținerea soiurilor rezistente presupune identificarea surselor de rezistență, combinarea acestora cu alte calități valoroase și cunoașterea specializării virusului respectiv. Cu toate că virusurile se caracterizează printr-un cerc mare de plante-gazdă, obținerea soiurilor imune, deși foarte rară, nu este imposibilă. Semincerul american de cartof imun la virusul X (U.S.D.A. 41 956) și soiurile de zmeur imune la virusurile transmisibile prin nematozi sînt exemple edificatoare. Rezistența la infecție sau la multiplicarea ori răspîndirea virusului în planta bolnavă, hipersensibilitatea, care limitează infecția sau duce la distrugerea rapidă a plantelor infectate, solul rămînînd sănătos, capacitatea de a tolera infecția fără reducerea producției, rezistența la vectori sau lipsa de „atragere" a acestora sînt calități ereditare valoroase, frecvent întîlnite la diferite soiuri. Dintre acestea, hipersensibilitatea și rezistența la infecție sînt cele mai valoroase. Cultivarea pe scară largă a soiurilor tolerante, mărind sursele de infecție în natură și posibilitatea trecerii virusurilor la diferite gazde, poate avea ca urmare apariția unor mutante mai agresive și creșterea atacului la soiurile sensibile din specia respectivă, precum și la alte specii sensibile. Datorită acestui fapt, extinderea soiurilor tolerante poate fi recomandată mai ales în cazul virusurilor care nu prezintă importanță economică pentru alte plante de cultură sau posibilitățile lor de răspîndire sînt reduse. În general, rezistența față de un virus este independentă de rezistența contra altora. În cazuri mai rare s-au obținut și soiuri rezistente la mai mult virusuri. La unele viroze ale plantelor alogame (porumb, sfeclă de zahăr), mult timp nu s-au cunoscut forme rezistente. Cercetările din ultimii ani au arătat că aceasta se datorește complexității genetice ridicate a speciilor respective, prin autofecundare obținîndu-se linii deosebit de rezistente sau practic imune, alături de alte foarte sensibile (Campbell și Russel, 1965). În

cazul altor virusuri, munca de ameliorare a fost frînată datorită cunoașterii insuficiente a specializării agentului patogen. Tipice în acest sens sînt progresele înregistrate recent în obținerea soiurilor de tomate rezistente la virusul mozaicului tutunului (McRitchie și Alexander, 1963).

Evitarea terenurilor infectate, folosirea solului lipsit de infecție în culturile de sere și răsadnițe, *izolarea în spațiu* față de sursele de infecție și *folosirea unei semințe sănătoase* sînt măsuri care se impun de la sine. O importanță deosebită se acordă folosirii la plantare a *materialului săditor sănătos*. În numeroase țări, producerea acestuia are loc în cadrul unor sisteme de măsuri și scheme adecvate, lipsa infecției sau gradul acesteia fiind garantate prin certificatul de calitate. Timp îndelungat obținerea unor stocuri sănătoase din speciile înmulțite vegetativ era condiționată de găsirea unei plante sănătoase în cadrul soiurilor respective. Aceasta presupunea efectuarea unui număr mare de testări și era imposibil de realizat în cazul soiurilor total infectate. *Termoterapia*, cunoscută de mult timp (Kunkel, 1936), dar insuficient exploatată, constituie în prezent o metodă relativ simplă de obținere a materialului liber de viroze. Ea se bazează pe principiul că inactivarea virusurilor *in vivo* are loc la o temperatură mai redusă și nu este corelată cu punctul de inactivare *in vitro*. Unele virusuri ale trestiei de zahăr, virusul răsucirii frunzelor cartofului ș.a. au fost inactivate prin menținerea organelor infectate un timp scurt la temperaturi ridicate. În cazul multor virusuri, obținerea clonelor sănătoase din altele total infectate se realizează prin menținerea ultimelor timp de 20—30 de zile la 37°C, urmată sau nu de altoirea mugurilor vîrfurilor de creștere pe portaltoi sănătoși (Kassanis, 1965). Pînă în prezent, termoterapia s-a dovedit eficace față de virusurile sferice, aproximativ jumătate din cele care infectează plantele horticole putînd fi eliminate prin tratamente termice corespunzătoare (Kassanis și Posnette, 1961). În general, tratamentele termice au fost folosite pentru obținerea unei plante sănătoase din soiurile total infectate, care să formeze materialul inițial pentru obținerea clonelor sănătoase. Numai în cazul trestiei de zahăr se aplică tratamente pentru producție, imersîndu-se cantități vagonabile de material săditor, timp de 2—3 ore, la 50°C. În condițiile din India se pare că are loc inactivarea pe cale naturală a virusului răsucirii frunzelor cartofului prin menținerea tuberculilor la temperaturi ridicate.

Obținerea plantelor sănătoase din clonele total infectate poate fi realizată și prin *cultivarea separată a vîrfurilor* sau a *meristemelor de creștere*. Metoda se bazează pe faptul că multe virusuri nu infectează meristemele apicale și celulele învecinate care se găsesc într-un proces de diviziune activă. Folosirea acestei tehnici necesită, în cele mai multe cazuri, cultivarea celulelor meristematice și a celulelor învecinate în mod aseptic pe medii artificiale corespunzătoare. Metoda culturilor meristematice poate fi combinată cu termoterapia sau tratarea plantelor cu substanțe care reduc concentrația virusurilor, cum sînt bazele analoge purinei sau pirimidinei, unele dintre acestea dovedindu-se eficace în culturile de calus (Kassanis și Tinsley, 1958; Svobodova, 1965).

Datorită naturii și mecanismului special de înmulțire, pînă în prezent nu s-au obținut date sigure privind combaterea directă prin *metoda chimică* a virusurilor plantelor, cunoscîndu-se numai proprietatea unor baze (purine, pirimidine) de a reduce concentrația virusurilor în speciile ierboase.

Combaterea insectelor cu vectori este mai dificilă decît combaterea lor ca dăunători direcți, presupunînd distrugerea rapidă a formelor migratoare aripate care transportă virusurile din afară și în interiorul culturii. Cu foarte puține excepții, insecticidele de contact s-au dovedit neeficace în combaterea virusurilor transmisibile prin afide, în unele cazuri folosirea acestora avînd ca urmare creșterea procentului plantelor infectate. Importante din acest punct de vedere sînt numai insecticidele persistente, mai ales cele sistemice, care pot fi aplicate pe plante sau la sol în timpul plantării sau însămînțării. Influența acestora în prevenirea introducerii din afară a virusurilor transmisibile prin stilet este mai mică decît în cazul celor circulative sau propagative, în ultima situație insectele fiind distruse înainte de a-și pierde capacitatea de infecție. Efectul lor este diferit și în prevenirea răspîndirii virusurilor în interiorul culturii, fiind mai efective contra vectorilor care devin infecțioși numai după trecerea unui timp de la hrănirea lor pe planta bolnavă (Wolf, 1964). În cazul virusurilor de tipul celor transmisibile prin stilet, înconjurarea culturii protejate cu o bandă formată din plante cu talia înaltă sau însămînțarea butașilor pentru semințe sub plantă protectoare și aplicarea insecticidelor sistemice după recoltarea acestora sînt măsuri eficace. Folosirea substanțelor uleioase care formează o peliculă fină la suprafața frunzelor se pare că oferă noi posibilități de combatere a virusurilor transmisibile prin insecte (Bradley și colab., 1966).

Bacterioze

Bacteriozele sînt bolile plantelor produse de bacterii. Denumirea de bacterioze a fost introdusă pentru prima dată de către Kramer în 1876.

Prima referință privind bacteriozele plantelor aparține lui Parkinson care în anul 1629 recomandă folosirea urinei pentru tratarea cancerului pomilor, fără însă a cunoaște etiologia bolii, lumea bacteriilor pe vremea aceea fiind doar bănuită. Abia în 1676 Anton Leeuwenhoek comunică primele sale observații privind ființele microscopice (animalicule) descoperite în infuziile de piper, în picăturile de apă și depozitele de pe dinți cu ajutorul unui microscop rudimentar construit de dînsul. Datorită nivelului scăzut din acea vreme al științelor biologice și al tehnicii de cercetare, descoperirile lui Leeuwenhoek nu au fost însă fructificate.

În 1791 William Forsyth descrie cancerul pomilor, recomandînd ca tratament un amestec de lut, îngrășăminte și var. În 1853, francezii Fabre și Dumal fac primele observații cu privire la tumorile canceroase la vița de vie.

Remarcabilele succese înregistrate în secolul al XIX-lea de bacteriologia medicală, îndeosebi formularea de către Pasteur a teoriei microbiene a bolilor infecto-contagioase, au avut răsunet și în fitopatologie. Burrill demonstrează (1877—1884) etiologia bacteriană a arsurii merilor și perilor. Puțin mai tîrziu, Wakker (1883—1889) ajunge la aceeași concluzie în legătură cu bacterioza zambilelor. Arthur (1885—1887), lucrînd cu arsura merilor și perilor, confirmă concluziile lui Burrill. Savastano cercetînd cancerul ramurilor de măslin (1887) arată că boala este de natură bacteriană. Numeroși cercetători descriu diferite bacterii ca agenți patogeni ai plantelor (Prilleux, Comes). Rolul cel mai important l-a avut Erwin Smith (1854—1927) care a pus bazele metodei de cercetare în fitobacteriologie, fiind recunoscut ca părintele acestei ramuri a științei. În acea vreme, mulți fitopatologi remarcabili (Frank, Wemer, Hartig) nu erau de acord cu rezultatele fitobacteriologilor, continuînd să considere bacteriile prezente în leziuni ca efect al bolii și nu cauza ei. Acestora li s-au alăturat numeroși bacteriologi de mare renume, printre care și Alfred Fischer. În polemicile avute cu toți acești adversari ai etiologiei bacteriene, Erwin Smith a dat dovadă de cele

mai înalte calități ale omului de știință, reușind pînă la urmă să-și impună punctul său de vedere.

După primul război mondial și îndeosebi după cel de al doilea, cercetarea bacteriozelor plantelor a înregistrat un avînt deosebit. În numeroase țări au luat ființă laboratoare specializate, obținîndu-se rezultate importante în cunoașterea și combaterea bacteriozelor.

La noi în țară, contribuții importante au adus în acest domeniu Traian Săvulescu și Victor Ghimpu.

CARACTERELE GENERALE ALE BACTERIILOR

Structura celulei bacteriene

Bacteriile fitopatogene sînt organisme unicelulare, cu o structură anatomică complexă, lungimea celulelor fiind cuprinsă în general între 1 și 2 μ, în unele cazuri putînd avea dimensiuni minime de 0,6 μ, în alte cazuri dimensiuni maxime de 4 μ, iar lățimea de 0,5—0,8 μ, putînd atinge valori minime de 0,3 μ și maxime de 1,4 μ. O bacterie cu dimensiuni de 2 × 0,8 μ are un volum de 1,0—1,2 μ^3, iar suprafața aproximativ de ordinul 2 μ^2. Într-un ml de suspensie care conține un miliard celule, suprafața lor totală este de 20 cm^2. Acest fapt explică de ce la bacterii fenomenele de suprafață au o importanță atît de mare. Datorită dimensiunilor mici, aceste celule au fost considerate mult timp ca avînd o structură anatomică simplă. Tehnica științifică modernă a contribuit însă la descoperirea unei structuri complexe (fig. 52) și a unei legături strînse între sistemul structural și cel funcțional al celulei bacteriene.

Membrana celulară sau peretele celular se găsește la exteriorul membranei citoplasmatice. La o celulă normală, contactul dintre membrana celulară și membrana citoplasmatică este atît de intim, încît acestea pot fi diferențiate numai prin metode speciale (Salton, 1960). Membrana celulară este alcătuită din două straturi, cel extern avînd o textură mai rigidă decît cel intern. La bacteriile Gram-negative ea are o grosime de 10—15 mμ, iar la cele Gram-pozitive de 15—20 mμ (Luria, 1960). Legat de aceasta, la bacteriile Gram-negative presiunea osmotică este mai mică decît la cele Gram-pozitive. Membrana celulară a bacteriilor Gram-pozitive este formată în general din lipopolizaharide și acid muramic, iar a celor Gram-negative din lipoproteină (Luria, 1960). Membrana asigură rigiditatea celulei bacteriene; ea este plastică (se pretează la laminare), elastică și rezistentă la deformare. Datorită pro-

prietății de semipermeabilitate, difuzează selectiv substanțele nutritive din mediu.

Membrana citoplasmatică împreună cu membrana celulară joacă rolul important de barieră osmotică. La bacteriile Gram-pozitive, aderiunea membranei citoplasmatice de membrana celulară este mai mare decît la germenii Gram-negativi, de aceea celulele bacteriilor Gram-

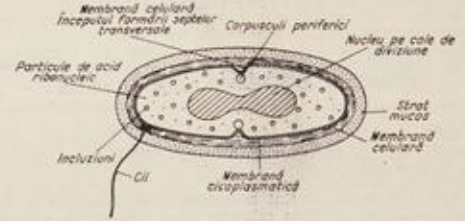


Fig. 52. — Reprezentarea schematică a structurii celulei bacteriene (după Mesrobeanu și Păunescu).

pozitive nu plasmolizează. Grosimea ei, după diferiți autori, este cuprinsă între 5 mμ (Murray, 1960) și 30 mμ (Knaysi, 1951). În ceea ce privește constituția sa chimică, conține proteine și lipoizi, dar nu pare să conțină hidrați de carbon; conține 11% ARN și de loc ADN; este lizată de lipază, nu însă de lizozim, ceea ce o deosebește de membrana celulară care reacționează invers. Din punct de vedere antigenic, membrana celulară și cea citoplasmatică sînt distincte.

După Bisset (1960), membrana citoplasmatică ar avea și o funcție secretorie, participînd la formarea membranei celulare, a capsulei și chiar a cililor. Mitchell și Moyle (1956), cercetînd funcția membranei citoplasmatice și fenomenul de circulație a substanțelor, ajung la concluzia existenței în peretele celular a unor enzime (translocaze) care absorb produșii de nutriție din mediu și elimină produsele de metabolism.

Citoplasma este un sistem coloidal format din proteine, nucleoproteine (ARN), grăsimi, hidrați de carbon, apă, diverși compuși minerali și substanțe de altă natură, al căror raport reciproc variază cu specia și vîrsta celulei (Mesrobeanu și Păunescu, 1960). Conținutul ridicat de ARN imprimă o reacție acidă, la cele mai multe bacterii pH-ul citoplasmei fiind cuprins între 3,0—4,0 pentru formele *S* și 4,0—4,5 pentru formele *R* (Peșkov, 1955). Aceasta determină bazofilia (afinitate față de coloranți bazici), care în general este mai accentuată la bacteriile Gram-pozitive. Citoplasma celulelor tinere este omogenă, iar a celor bătrîne granulată. Nu s-au putut pune în evidență curenți protoplasmatici, ceea ce a fost explicat prin faptul că suprafața celulelor fiind foarte mare în raport cu volumul, simpla difuziune asigură pătrunderea și răspîndirea metaboliților în tot corpul celulei, nefiind totuși exclusă existența unui curent protoplasmatic de o intensitate foarte redusă, imperceptibilă.

În dreptul bazei cililor, există granule de circa 40 mμ diametru, despre care se presupune că reprezintă centrul motor al cilului respectiv. Spre deosebire de blefaroplaștii flagelatelor, aceste granule bazale nu sînt în contact cu nucleul, ci în apropierea membranei celulare.

În interiorul citoplasmei se află o serie de incluziuni, de natură chimică diferită, care apar atît la celulele vii cît și la cele colorate.

Vacuolele se pot observa în perioada de creștere activă a bacteriilor și sînt constituite din diferite substanțe dizolvate în apă și înconjurate de o membrană lipoproteică numită tonoplast. Diametrul lor este de 0,3—0,5 μ și pot fi în număr de 6—10 la celulele mature sau pînă la 20 în perioada de creștere activă. Dimensiunile lor variază mult în funcție de presiunea osmotică a mediului în care sînt cultivate celulele și de aceea se consideră că pot îndeplini funcția de regulatori ai presiunii osmotice celulare în raport cu mediul extern. Vacuolelor li se mai atribuie un rol în procesul respirației. După Knaysi (1951), în timpul fazei de creștere activă, în celulă se acumulează cantități mari de apă, excesul separîndu-se la un moment dat sub formă de picături. În aceste picături se dizolvă produsele solubile de metabolism. Lipidele fiind substanțe active de suprafață, în combinația cu proteinele citoplasmatice, se acumulează la suprafața acestor picături, formînd prin mărirea treptată a concentrației, tonoplastul.

Granulele metacromatice sînt complexe de ARN și polimetafosfați, descrise pentru prima oară de Babeș și Ernst. Denumirea de granule metacromatice provine de la capacitatea lor de a se colora în purpuriu cu albastru de metilen sau albastru de toluidin, fenomen denumit „metacromazie". Deoarece sînt foarte abundente la *Spirillum volutans*, granulele metacromatice se mai numesc și incluzii de volutină; ele sînt mai frecvente la bacteriile Gram-negative. Forma lor este aproximativ sferică, iar diametrul variază de la cîteva zeci la cîteva sute de mμ. Apariția și dimensiunile granulelor metacromatice sînt influențate de vîrsta celulei și de compoziția mediului nutritiv, fiind mai frecvente la celulele adulte. Granulele metacromatice sînt solubile în apă la temperatura de 80°C, în soluții alcaline, în acid sulfuric 5%, insolubile în acid picric și solvenții grăsimilor; sînt Gram-pozitive și nu participă la procesul de diviziune celulară.

Incluziile lipidice apar sub forma unor mici granule bine delimitate, ușor vizibile datorită gradului mare de refringență, prezentînd afinitate pentru coloranții grăsimilor (negru de Sudan). Ele pot apărea ca produși secundari în timpul creșterii celulei sau avînd origine în membrana citoplasmatică. Faptul că lipsesc la bacteriile cultivate în condiții anaerobe, Meyer (1912) îl atribuie marii energii necesare pentru sinteza grăsimilor și care n-ar putea fi furnizată celulei decît în condiții de aerobioză. Incluziunile lipidice sînt considerate ca material nutritiv de rezervă.

Incluziile polizaharidice sînt de două feluri : a) unele se colorează în brun-roșcat cu iodul, fiind formate din glicogen și eritrodextrină ; b) altele, cu același reactiv, se colorează în albastru datorită prezenței amidonului. Incluziile polizaharidice servesc probabil ca surse de energie celulară.

Mitocondriile sau condrioizii sînt granule sferoidale sau elipsoidale, bine delimitate față de restul citoplasmei și situate de obicei la polii celulei. Dimensiunea lor este de 0,02—0,5 μ, apar opace la microscopul electronic, au membrană, iar din punct de vedere fiziologic joacă rolul de coordonatori ai sistemelor enzimatice oxidoreducătoare ale celulei. Mitocondriile sînt formate din fosfolipide și uneori din metafosfați. Spre deosebire de nucleu, se prezintă sub formă mult mai densă și uneori, la bombardamenul electronic, se volatilizează din cauza prezenței metafosfaților, rămînînd numai membrana mitocondrială. Datorită prezenței în structura lor a enzimelor oxidoreducătoare, ele reduc sărurile de tetrazoliu într-un derivat roșu, formazonul. În cursul fagolizei se eliberează în mediu, păstrîndu-și caracterele biologice și tinctoriale intacte. Termenul de mitocondrii a fost adoptat datorită analogiei cu entitățile morfologice cu același nume de la ciuperci și protozoare. Neexistînd însă identitate, Murray (1960) propune termenul de condrioizi dat de Kellemberger granulelor polare descrise de el la *Escherichia coli*.

*

Celula bacteriană eliberată de membrana celulară se numește protoplast. Acesta poate fi izolat mai mult sau mai puțin intact prin îndepărtarea membranei celulare, folosind lizozim, sau prin tratare cu antibiotice din grupul penicilină-bacitracină sau alte metode. Este relativ sensibil în medii speciale cu presiune osmotică ridicată, păstrîndu-și însă cea mai mare parte din funcțiunile biologice. Din lucrările de cercetarea protoplaștilor s-au obținut date foarte importante privind biologia bacteriilor. O mare parte din aceste date au fost sintetizate de McQuillen (1960).

Nucleul bacterian la celulele în plin stadiu de dezvoltare, nu se poate pune direct în evidență cu o structură asemănătoare nucleului

plantelor și animalelor. Aceasta se datorește faptului că citoplasma microbiană este extrem de bogată în ARN, care fixează intens coloranții bazici de anilină, mascînd existența nucleului, a cărui caracteristică este conținutul ridicat în ADN, cu afinități tinctoriale identice cu cele ale ARN-ului citoplasmatic (Mesrobeanu și Păunescu, 1960). În trecut s-au emis numeroase teorii și concepții privind nucleul bacterian, care după Dubos (1947) s-ar putea grupa astfel : 1) lipsa totală a nucleului ; 2) prezența unui corpuscul central cu cromatină ; 3) bacteria este un nucleu fără citoplasmă ; 4) prezența mai multor corpusculi de cromatină, răspîndiți în citoplasmă ; 5) nucleul nu reprezintă o entitate morfologică, ci este difuzat în masa citoplasmatică ; 6) prezența a mai mulți nuclei veziculari adevărați ; 7) nucleul este reprezentat de o genă simplă, ca un firișor invizibil.

Nucleul bacterian este rudimentar și, spre deosebire de nucleele altor organisme superioare, este lipsit de membrana nucleară, de cromozomi și de mitoză, păstrîndu-și însă funcțiile nucleare. Forma nucleului diferă în funcție de specie, vîrstă, condiții de mediu, fiind unic sau fragmentar (2 și 4 nuclei) atunci cînd celulele se găsesc în preajma diviziunii. În faza staționară, nucleul are un aspect vezicular și prezintă o afinitate electivă mai mică față de coloranții nucleari, în asemenea cazuri diferențîndu-se greu de citoplasmă. De obicei nucleul se prezintă fie ca o formație unică situată central, fie sub forma mai multor formații situate periferic. În primul caz nucleul are forma unor bastonașe, fluturi, haltere sau a literelor T, V, X, fiind dispus central și transversal în cazul bacililor. În ultrasecțiuni zona nucleară apare umplută cu fibrilele de 20—50 Å, răsucite, formate din ADN (Murray, 1960 ; Robinow, 1960). Diviziunea nucleului, cel puțin pentru formațiile situate central, se face — contrar părerilor anterioare — prin creșteri de la un capăt și nu prin scindare longitudinală. Mecanismul diviziunii nu este încă pe deplin lămurit, diferitele modele nesatisfăcînd decît parțial faptele cunoscute.

Capsula este o formație celulară superficială, extraparietală și se prezintă ca un învelș care îmbracă bacteria pe toată suprafața ei sau uneori numai în anumite porțiuni, numindu-se în acest caz capsulă discontinuă. Capsula nu prezintă o structură morfologică internă și este lipsită la exterior de membrană ; grosimea capsulei variază cu specia, vîrsta și condițiile de mediu, putînd fi de la cîțiva microni pînă la transformarea întregului mediu într-o masă mucilaginoasă. În funcție de indicele de refracție a substanței mucoide, capsula poate fi pusă mai mult sau mai puțin ușor în evidență. De obicei acest indice este apropiat de cel al mediului, ceea ce nu permite să fie văzută în stare nativă la microscopul obișnuit.

Prezența capsulei, deși este o proprietate ereditară, nu este însă o calitate permanentă a bacteriilor. Secreția capsulei este determinată de calitățile mediului (prezența carbohidraților fermentabili), temperatură,

interrelațiile bacteriilor cu flora microbiană înconjurătoare ș.a. Deoarece capsula de multe ori apare în condiții vitrege dezvoltării bacteriei, se poate presupune că formarea ei are un caracter de reacție de apărare.

Compoziția chimică a capsulei este mai ales de natură polizaharidică, adesea cu caracter acid și conține grupări aminice și acetil. Nu toate substanțele capsulare sînt de natură polizaharidică. Lamanna și Mallette (1953) împart substanța capsulară, după natura chimică, în material capsular de natură glucidică (deținător de N sau lipsit de N) și de natură polipeptidică.

Capsula nu apare ca o formație integrantă și esențială vieții bacteriei, deoarece prin înlăturarea ei celula își păstrează viabilitatea.

În afara capsulei care este bine dezvoltată, net delimitată, ușor de evidențiat citologic și mai stabilă în soluții apoase, la multe bacterii se mai găsește un înveliș nedelimitat, mai greu de evidențiat și care se solubilizează rapid în soluții apoase, denumit stratul mucos. Diferența între capsulă și stratul mucos este disputată de autori. Henrici arată că între aceste două învelișuri, nu există deosebiri decît ca dimensiune și grad de organizare; alți autori le acordă origini și funcții diferite (Mesrobeanu și Păunescu).

Mișcarea bacteriilor se realizează prin contracțiile corpului (la spirochete), prin mișcări de reptație (la bacteriile sulfuroase și mixobacterii) și prin organe filamentoase de locomoție denumite cili sau flageli.

Datorită grosimii lor foarte mici, cilii nu pot fi văzuți decît numai în urma utilizării unor tehnici speciale sau la microscopul electronic. Unii autori (Pijper, 1946—1954) au negat rolul cililor în mobilitate, susținînd că ar fi vorba de artefacte produse în urma mișcării și executării preparatului. Astăzi este unanim admis că mobilitatea bacteriilor este datorită mișcării cililor.

Cilii au o formă helicoid-cilindrică cu sens trigonometric de răsucire (contrar acelor de ceasornic), avînd o lungime de undă și amplitudine constante la o anumită tulpină bacteriană. Totuși la aceeași tulpină pot exista cili care au lungimi de undă diferite sau chiar același cil poate avea lungimi de undă diferite, în segmente diferite. Diametrul cililor este uniform pe toată lungimea lor și variază cu specia. Lungimea cilului depășește cu mult pe aceea a celulei care l-a generat. Datorită însă fragilității sale foarte mari, de multe ori nu rămîne întreg în preparate.

Numărul și dispoziția cililor variază la diferite grupe de bacterii, în special în privința dispoziției, acest criteriu fiind mult folosit în trecut în taxonomie. Înregistrîndu-se însă, în cadrul aceluiași grup, numeroase abateri de la dispoziția caracteristică a cililor, în prezent acestui criteriu de clasificare i se acordă o importanță mai mică (Săsărman, 1965). Messea propune, în 1890, următoarele denumiri referitoare la numărul și dispoziția cililor: *atrihe* — fără cili; *monotrihe* — cu un cil; *amfitrihe* — cu cîte un cil la fiecare pol; *lofotrihe* — la fiecare pol cu cîte un snop de cili; *peritrihe* — cu cili pe întreaga suprafață a celulei (fig. 53).

Viteza de deplasare a unei celule depinde de calitățile fizico-chimice ale mediului, de dimensiunea bacteriei, de forma corpului și dispoziția cililor. Bacteriile cu flagel terminal se mișcă mai rapid decît cele cu flagel lateral.

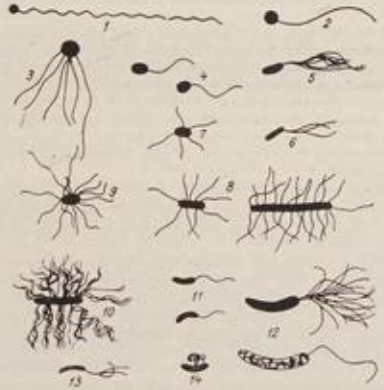


Fig. 53. — Tipuri de bacterii după numărul și dispoziția cililor. (1, 2, 4, 11, monotrihe; 3, 6, 12 — 14, lofotrihe; 7 — 10, peritrihe (după Buchanan).

Compoziția chimică a cililor diferă de cea a corpilor bacterieni. O suspensie stabilă de cili se comportă similar cu o soluție de proteină cu molecule lungi. Astburry și colab. (după Mesrobeanu și Păunescu) au izolat o proteină pe care au denumit-o „flagelină". Din punct de vedere imunologic, cilii conțin un antigen (H) diferit de cel somatic (O).

Granulele bazale (vezi citoplasma) ale cililor se pare că emit semnale care determină contracția ritmică a lanțului polipeptidic din care este constituit cilul; tot ele ar fi sursa de energie necesară mișcării și ar lua parte la sinteza cililor.

Fiziologia bacteriilor

Spre deosebire de fiziologia animală și vegetală, fiziologia bacteriană este caracterizată printr-o diversitate de tipuri de metabolism și printr-o activitate metabolică extrem de intensă.

Constituția chimică a bacteriilor

Puterea foarte mare de adaptare a microorganismelor la condițiile de mediu, face ca în cadrul anumitor limite, compoziția chimică a bacteriilor să se schimbe în funcție de diferiți factori. În linii mari, compoziția lor chimică este asemănătoare cu aceea a celorlalte organisme.

Apa reprezintă 75—85% din greutatea celulei bacteriene și se prezintă sub două forme: apă liberă și apă legată, forme ce se deosebesc prin dificultatea de evaporare și prin valoarea pe care o imprimă punctului crioscopic.

Substanțele minerale reprezintă 2—30% din greutatea bacteriei în stare uscată. La celulele tinere, cantitatea de săruri minerale este de 6—7 ori mai mare decît la cele bătrîne. Cantitatea și calitatea lor variază și cu natura mediului de cultură. Formele *R* au un conținut mineral în mod constant mai bogat decît formele *S*. Sărurile din celulă reglează presiunea osmotică, mențin echilibrul de membrană, activează sistemele enzimatice, reglează pH-ul și potențialul de oxidoreducere. Elementele principale care compun cenușa sînt, în ordinea importanței, următoarele: P, K, Na, Mg, Ca, S, Cl, și Fe. Unele din aceste elemente intră în constituția diverselor componente celulare, iar altele joacă rol de activatori ai diferitelor procese enzimatice.

Substanțele proteice și alți compuși cu azot reprezintă între 40 și 80% din greutatea bacteriilor în stare uscată. Ele variază în funcție de vîrsta culturii, tulpină, precum și de conținutul și natura substanțelor nutritive din mediile de cultură. Proteinele bacteriene sînt de tipul albuminelor, globulinelor, nucleoproteinelor și al protaminelor. S-au mai descris albumoze, peptone, polipeptide și aminoacizi liberi, care reprezintă nu numai produse de degradare, dar și substanțe ce îndeplinesc, prin ele însele anumite funcții în celula bacteriană. În constituția proteinelor bacteriene intră, pe lîngă aminoacizi comuni plantelor și animalelor, și unii aminoacizi specifici, ca de pildă acidul diaminopimelic, prezent aproape în peretele tuturor eubacterialelor. Numeroase toxine secretate de bacterii sînt de natură proteică.

Bacteriile au un conținut ridicat de nucleoproteine. În corpusculii cromatinici bacterieni (nucleu) s-a pus în evidență ADN, iar în protoplasmă ARN. Cantitatea de acizi nucleici variază la bacterii între 5 și 25% (majoritatea 8—10%).

În afară de substanțe proteice, celula bacteriană mai conține azot acidosolubil sub formă de polipeptide cu moleculă mică, aminoacizi liberi și azot amoniacal (Mesrobeanu, 1965).

Glucidele reprezintă circa 12—28% din greutatea uscată a celulelor, variind după specie, tulpină, vîrstă, condiții de dezvoltare. Ele îndeplinesc rol plastic și energetic și se găsesc în celulă sub formă de polizaharide și zaharuri simple. Bacteriile mai sintetizează o serie de substanțe denumite gume sau mucilagii, care sînt constituite de obicei din polimeri ai pentozelor, ai hexozelor și ai acizilor uranici.

La cea mai mare parte a bacteriilor substratul specificității antigenice este o substanță de natură polizaharidică. În ceea ce privește proprietățile biologice, între polizaharidele bacteriilor Gram-pozitive și a celor Gram-negative există deosebiri fundamentale (Mesrobeanu și Păunescu, 1960).

Lipidele bacteriilor fac parte din grupele acizilor grași, a grăsimilor neutre, a cerurilor și a fosfolipidelor. Conținutul bacteriilor în lipide diferă în funcție de specie, vîrstă și condițiile de cultură, reprezentînd în medie circa 10% din greutatea celulelor. Mediile bogate în glicerol sau zaharuri dau culturi cu un conținut ridicat în materii grase. Lipidele intră de asemenea în componența unor endotoxine.

Pigmenții sintetizați de către bacterii depind de condițiile de cultură a acestora. În general mediile solide sînt mai favorabile pigmentogenezei decît cele lichide. Elementul principal pentru formarea pigmenților este azotul; de asemenea sărurile minerale, reacția mediului, sursa de carbon, temperatura, cantitatea de oxigen, lumina, determină în mare măsură pigmentogeneza, care apare sau dispare nu numai sub influența factorilor menționați mai sus, dar și spontan. Astfel, Artemieva a izolat variante nepigmentate de *Xanthomonas fuscans* (Izrailskii, 1960). După natura chimică, pigmenții se pot grupa în: *pigmenți carotenoizi*, de culoare roșie, portocalie sau galbenă, solubili în solvenții grăsimilor (în această grupă intră și xantofilele, derivați hidroxilici ai carotenului); *pigmenți chinonici*, de culoare galbenă și cu proprietăți de vitamină *K*; *pigmenți melanici*, de culoare neagră sau brună, insolubili la majoritatea solvenților; *pigmenți pirolici*, (bacterioclorofile și prodigiosină); *pigmenți fenazinici* (piocianină, clororafină, iodinină). Un pigment frecvent la bacteriile din genul *Pseudomonas* este fluoresceina, de culoare verde-gălbuie, care se formează numai în prezența unui fosfat și este insolubilă în solvenți organici, dar solubilă în apă (Wilson și Miles, 1964).

Antibioticele sînt substanțe secretate și de unele bacterii, avînd efect antagonist asupra dezvoltării altor specii de bacterii. Aceste antibiotice sînt în marea lor majoritate polipeptide. La bacteriile fitopatogene nu s-a semnalat producere de antibiotice. Bacteriocinele sînt substanțe

antibacteriene secretate de bacterii, cu acțiune toxică îndeosebi față de alte tulpini ale aceleiași specii. Natura bacteriocinelor pare să fie glucidolipidoproteică (Goebel, Barry, Miller, după M. Popovici, 1965). Bacteriocinele au fost puse în evidență la *Pseudomonas solanacearum*, *Corynebacterium insidiosum*, *Agrobacterium tumefaciens* (Agrobacteriocin) (Okabe și Goto, 1963).

Toxinele sînt substanțe otrăvitoare, cu anumite proprietăți fizice, chimice și biologice, elaborate de bacteriile patogene. Unele toxine se separă ușor de bacteriile care le produc, difuzînd în mediu (toxine adevărate sau *exotoxine*); altele sînt strîns legate de celula bacteriană, greu sau de loc difuzibile în mediu *(endotoxine)*. Toxinele acționează direct asupra celulei plantei parazitate și o omoară. Ele pot produce veștejirea totală a plantei sau pot să inhibe germinația seminței. În fitopatologie, în sfera noțiunii de toxine sînt incluse și enzimele secretate de bacterii (în special protopectinaza) care produc solubilizarea pereților intermediari (Izrailskii, 1960). Toxinele bacteriilor fitopatogene, deși foarte frecvente, au fost mai puțin cercetate din punct de vedere chimic. Ele pot fi de natură chimică diferită chiar la una și aceeași bacterie. Boivin, Marbé, Mesrobeanu și Juster stabilesc că endotoxina secretată de *Agrobacterium tumefaciens* reprezintă un complex glucido-lipidic, acesta fiind antigenul complet și constituentul principal al endotoxinei.

Proprietățile fizico-chimice ale bacteriilor

Viscozitatea protoplasmei microbiene prezintă în cursul vieții o serie de variații, al căror minimum întrece de 10—20 ori valoarea viscozității apei. În general celulele tinere au o viscozitate mult mai redusă decît cele bătrîne.

Bacteriile sînt foarte rezistente la presiune, tensiune și torsiune, unele specii (salmonelele) rezistînd la presiuni hidrostatice de 4 500 atm. fără ca dezvoltarea lor interioară să sufere modificări.

În condiții normale de cultură și la un pH neutru, bacteriile în general au o încărcătură negativă (migrează spre anod), datorată disocierii stratului periferic al microorganismului și absorbției de ioni din mediul extern.

Unele culturi microbiene tulbură omogen mediile de cultură lichide, iar altele sedimentează. Stabilitatea suspensiilor bacteriene este determinată de gradul de hidratare a grupărilor chimice ionizate și neionizate de la suprafața bacteriilor, de cantitatea de ioni absorbiți din mediu și de sarcina electrică a germenilor.

Trecerea bacteriilor prin filtre poroase este determinată de încărcătura electrică a suprafețelor bacteriene. Modificînd încărcătura electrică a bacteriilor, unii germeni filtrabili devin nefiltrabili sau invers.

Datorită permeabilității selective a membranelor celulare și citoplasmatice, bacteriile în contact permanent cu mediul înconjurător împiedică pătrunderea substanțelor nocive, absorb numai pe cele hrănitoare și excretă produsele de deșeu rezultate din metabolism. După Mitchell și Moyle (1960), transportul prin membrană se realizează datorită unor grupări biochimic active, localizate în aceasta. Grupările respective sînt de natură enzimatică și se numesc translocaze sau permeaze, transferul realizîndu-se cu cheltuială de energie. S-a constatat că acest fel de transport nu este singurul, existînd în paralel și alte sisteme (Mesrobeanu, 1965).

Proprietatea de semipermeabilitate a bacteriilor determină, în interiorul bacteriilor, o anumită presiune osmotică, care este mai mică decît a celulelor animale. Presiunea osmotică a bacteriilor variază cu vîrsta și presiunea osmotică a mediului.

Metabolismul bacterian

Diversitatea foarte mare a bacteriilor a fost determinată de condițiile în care s-au dezvoltat acestea, condiții care au determinat atît cerințele de nutriție a diferitelor specii de bacterii, unele dezvoltîndu-se în medii cu săruri foarte simple, altele necesitînd prezența unor substanțe organice, cît și cerințele diferite față de temperatură, aer și alți factori.

După modul de nutriție, bacteriile se împart în două grupe mari: *bacterii autotrofe*, care folosesc drept sursă de carbon bioxidul de carbon sau carbonații, iar azotul și-l procură pe seama amoniacului sau a altor compuși anorganici ai azotului; *bacterii heterotrofe*, care folosesc drept sursă de carbon compușii organici, iar azotul și-l procură din diferiți compuși organici, anorganici sau fixează azotul liber din aer. În afară de aceste două grupe principale, mai există și bacterii intermediare care au fost incluse în grupul *prototrofelor*. Bacteriile heterotrofe, care folosesc ca substrat organic țesuturi moarte sau în primele stadii de descompunere, se numesc *saprofite*. Bacteriile care se dezvoltă pe seama altor organisme vii, cu sau fără consecințe grave pentru gazdă, se numesc *parazite*.

Bacteriile fitopatogene pot avea unele perioade de viață saprofită și altele de viață parazită. Bacterii fitopatogene parazite obligate (cum sînt virusurile și unele ciuperci) nu se întîlnesc.

Enzimele bacteriene pot fi clasate după compoziția chimică, după procesul biochimic catalizat și după modalitățile de apariție.

După compoziția chimică, enzimele pot fi holoproteinice, metalproteinice, heteroproteinice sau cu grupări prostetice.

Din punct de vedere al procesului biochimic pe care îl catalizează, la bacteriile fitopatogene au fost cercetate mai mult hidrolazele care

fac parte din grupul enzimelor ce catalizează după tipul : $A + B \rightleftharpoons C + D$. Dintre acestea mai importante sînt : glicozidazele, proteazele, enzimele oxidante.

Glicozidazele mai des întîlnite la bacteriile fitopatogene sînt amilaza, pectinazele și celulazele.

Amilaza (diastaza) hidrolizează amidonul transformîndu-l în dextroză și maltoză și este prezentă la *Pseudomonas mori*, *Pseudomonas ondropogoni*, *Corynebacterium flaccumfaciens*. Majoritatea bacteriilor fitopatogene sînt lipsite de această enzimă. Prezența amilazei este folosită la identificarea unor specii de bacterii.

Pectinazele hidrolizează diverse pectine și sînt foarte răspîndite la bacteriile fitopatogene. Ele descompun lamele mijlocii pectice ale membranelor celulelor plantelor gazdă, producînd putregaiuri. Pectinaze se întîlnesc la *Erwinia carotovora*, *Pseudomonas destructans* ș.a. (N a s u n o, 1965).

Celulazele hidrolizează celuloza și se întîlnesc foarte rar la bacteriile fitopatogene. Unele bacterii ca *Pseudomonas mellea* pot străbate activ membranele celulozice datorită prezenței acestor enzime.

Proteazele (enzimele proteolitice) hidrolizează diferiți compuși proteici (proteine și peptide). Prezența lor este luată în considerare la identificarea unor specii, cu ajutorul testelor de lichefierea gelatinei sau coagularea și peptonizarea laptelui. Dintre speciile care produc proteinaze fac parte *Erwinia carotovora*, *Pseudomonas syringae*, *Pseudomonas mellea*.

Enzimele oxidante catalizează procesele de oxidoreducere, luînd parte la respirația celulară. Din această grupă fac parte oxidazele, dehidrogenazele, peroxidazele și catalazele.

Oxidazele activează oxigenul în vederea fixării hidrogenului disociat. Dintre acestea, tirozinaza a fost pusă în evidență la *Erwinia atroseptica*.

Peroxidazele și *catalazele* sînt și ele prezente la unele bacterii.

După modalitățile de apariție în celula bacteriană, enzimele pot fi *constitutive* (se găsesc permanent în celulă, atît în prezența cît și în absența substratului pe care îl catalizează) sau *adaptative* (apar numai în prezența substratului respectiv).

Adaptarea enzimatică la bacterii este un fenomen foarte răspîndit și joacă un rol deosebit în viața acestora.

Metabolismul proteic afectează substanțele azotate care îndeplinesc în celula bacteriană, în afară de rolul plastic, și un rol energetic. Unele substanțe proteice din mediu sau produsele lor de degradare servesc ca sursă importantă de energie pentru celula bacteriană. Multe dintre bacteriile heterotrofe pot utiliza aminoacizii din mediul de cultură. Aminoacizii sintetizați intracelular sau absorbiți din mediul ambiant constituie materia primă pentru sinteza proteinelor. Etapa principală în formarea proteinelor este sinteza lanțurilor peptidice. Pentru sinteza proteinelor sînt necesare, pe lîngă aminoacizi și ARN, o enzimă hidrosolubilă și acidul adenozintrifosforic (ATF). Alături de aceste substanțe ADN joacă un rol important în sinteza proteinelor, fără însă a lua parte direct la formarea proteinelor citoplasmatice.

Metabolismul glucidic la bacterii prezintă o diversitate foarte mare chiar în cadrul aceleiași specii. Ca o trăsătură generală, celula bacteriană realizează descompunerea polizaharidelor în zaharuri simple, în special prin procesele de fosforoliză (scindare la nivelul legăturilor glicozidice, concomitent cu fixare de acid fosforic). Grație proceselor de fosforoliză, bacteriile pot degrada polimerii glucidici, obținînd monozaharide, care sînt folosite ca sursă de energie. Monozaharidele obținute prin fosforoliză sînt catabolizate direct sau transformate în glucoză ori esteri ai acesteia. Catabolismul glucidelor este însoțit de degajare de energie care se produce atît în cursul hidrolizei legăturilor macromoleculare, cît și prin catabolizarea moleculelor mici. Energia produsă prin hidrolizarea legăturilor glicozidice, peptidice și esterice este mult mai mică față de aceea produsă prin desfacerea completă a unei molecule de glucoză. Cantitatea de energie eliberată prin scindarea glucozei diferă foarte mult după cum procesul are loc în condiții de aerobioză sau anaerobioză.

Respirația bacteriană reprezintă totalitatea proceselor biochimice, aerobe sau anaerobe, prin care celula eliberează energia necesară activității sale vitale. În procesele de oxidare aerobă intervine oxigenul care se fixează pe substrat, după tipul : $C + O_2 \rightarrow CO$. Oxidarea anaerobă se realizează prin pierderea hidrogenului (ca potențial) în absența oxigenului, după schemele : $CH_3—CH_3 \rightarrow CH_2 = CH_2 + 2H$; sau $CuCl \rightarrow CuCl_2$; sau $Cu^{+} \rightarrow Cu^{++}$. Întrucît fenomenul de oxidare este însoțit de o reducere simultană, fenomenul complex se numește oxidoreducere, iar tendința unei substanțe de a ceda sau de a primi electroni este cunoscută sub numele de potențial de oxidoreducere. De aceea sistemele biologice au în compoziția lor atît substanțe oxidante cît și reducătoare. Valoarea potențialului de oxidoreducere a unui sistem biologic va fi mai mare cînd funcția oxidantă este mai mare, și mai mică, cînd funcția reducătoare este mai mare. Valoarea acestui potențial este influențată și de temperatură, de gazele dizolvate în mediul de reacție și mai ales de concentrația ionilor de hidrogen (pH).

Oxidarea este catalizată de unele enzime „activatoare" ale oxigenului, în vederea fixării acestuia de substrat. Alte enzime joacă un rol dublu : sustrag hidrogenul de la substrat și totodată activează oxigenul molecular. Dehidrogenazele transportă hidrogenul de la substrat la acceptor. În general acest transfer de hidrogen prin intermediul a numeroși catalizatori are ca rezultat o degajare treptată de energie necesară celulei în procesele ei metabolice.

După felul în care microorganismele heterotrofe își obțin energia necesară metabolismului, procesele respective se numesc fermentație (oxidări anaerobe) sau respirație (oxidări aerobe).

Bacteriile fitopatogene sînt aerobe sau anaerobe facultative. Din ultima grupă fac parte *Erwinia aroideae, Erwinia carotovora, Erwinia atroseptica, Erwinia tracheiphila, Pseudomonas phaseolicola.*

Acțiunea agenților fizico-chimici asupra bacteriilor

Acțiunea agenților fizici. Agitarea mecanică poate avea o acțiune favorabilă, atunci cînd frecvența ei este moderată, sau inhibitorie, cînd este rapidă și puternică.

Deshidratarea poate provoca moartea bacteriilor mai ales cînd acestea sînt suspendate în apă. Dacă deshidratarea are loc după o prealabilă congelare (metoda liofilizării), mortalitatea este mult mai redusă (0,1—40%), restul celulelor deshidratate rămînînd viabile în vid un număr mare de ani.

Pentru cea mai mare parte a bacteriilor, pH-ul optim al mediului ambiant este în jurul neutralității. Preferințele bacteriilor sînt cuprinse între pragurile minime și maxime care diferă după specie. În afara acestor praguri, dezvoltarea bacteriilor nu mai are loc, ducînd pînă la moartea celulei.

Modificările tensiunii superficiale a mediilor de cultură determină alterarea proceselor fiziologice ale celulei bacteriene, manifestate prin modificarea schimburilor de permeabilitate, pierderea capacității de a forma pelicula, oprirea diviziunii și creșterii celulare.

Celulele bacteriene prezintă deosebită rezistență față de presiunea mecanică. Încă în 1884 Certes constată că bacilul cărbunos, supus unei presiuni de 600 de atm. timp de 24 de ore, își păstrează viabilitatea și virulența. Tammann a arătat, în 1903, că unele bacterii supuse la 3 000 de atm. prezintă o scădere parțială a mobilității, o descreștere a capacității de multiplicare, unele modificări metabolice și pigmentogene, precum și o anumită reducere a virulenței. Cercetări mai recente, executate cu presiuni mult mai mari, au permis aprofundarea acestei probleme.

Temperatura este unul dintre agenții fizici cei mai importanți care influențează dezvoltarea bacteriilor. Între anumite limite există o proporție directă între viteza de creștere și multiplicare a bacteriilor pe de o parte și temperatura mediului ambiant pe de altă parte. Fiecare specie bacteriană prezintă o anumită temperatură optimă de dezvoltare. În funcție de valoarea acestei temperaturi optime, bacteriile pot fi împărțite în trei mari grupe: psihrofile (temperatura optimă este cuprinsă între 20 și 40°C, însă se pot dezvolta timp de 2 săptămîni și la 0°C avînd minimul la —10°) (Ingraham și Stokes, 1959), mezofile (temperatura optimă între 20 și 40°C) și termofile (temperatura optimă între

41 și 70°C). În afară de aceste temperaturi optime, speciile bacteriene se pot dezvolta și la temperaturi minime și maxime, și chiar la temperaturi letale. Cu cît valoarea temperaturii mediului ambiant se îndepărtează de temperatura optimă, cu atît viteza de creștere și multiplicare devine mai mică pînă la atingerea temperaturilor minime și maxime care reprezintă praguri de dezvoltare. În afara acestor praguri, temperatura are un efect bacteriostatic caracterizat prin oprirea diviziunii celulare (bacteriostaza celulară provocată în special de temperaturi coborîte) sau prin accentuarea vitezei de pierdere a viabilității celulare pînă la nivelul vitezei de multiplicare, în final numărul de celule viabile menținîndu-se constant (bacteriostază a culturii, provocată de temperatură mai mare decît maxima). Temperaturile ridicate provoacă un efect bactericid, ceea ce nu se observă la temperaturi scăzute. La temperaturi de —190°C (aer lichid) sau —252°C (oxigen lichid) nu se petrec alterări apreciabile ale celulelor bacteriene. Efectul bactericid al temperaturilor ridicate este invers proporțional cu durata. Cu cît temperatura este mai mare, cu atît efectul bactericid apare într-un timp mai scurt. Valoarea temperaturii la care apare efectul bactericid în timp de 10 minute poartă denumirea de temperatură letală. Acțiunea bactericidă a căldurii nu se manifestă simultan asupra tuturor celulelor dintr-o suspensie. Rezistența la temperaturi ridicate este mai mare la celulele mai bătrîne. După Jacobs și Davis (Mesrobeanu și Păunescu, 1960), sub acțiunea temperaturilor ridicate apar mutante termorezistente cu o frecvență de o mutantă la un milion de generații. Acțiunea temperaturii asupra dezvoltării celulei bacteriene se manifestă prin coagularea substanțelor proteice, accelerarea vitezei reacțiilor biochimice, lezarea membranei celulare, eliberarea ARN ș.a. Bacteriile fitopatogene sînt mezofile sau psihrofile, majoritatea avînd temperatura optimă cuprinsă între 20 și 30°C.

Radiațiile în general au un efect nociv asupra celulei bacteriene. Undele ultrasonice provoacă alterări importante ale celulei bacteriene, indiferent de vîrsta acesteia, distrugînd de obicei celulele în primele 10 minute. Razele UV, X și γ au de asemenea un efect letal. Acțiunea nocivă a lor se manifestă direct asupra celulelor bacteriene și nu este condiționată de procese secundare. Ele afectează ADN celular. Bacteriile fitopatogene sînt sensibile față de radiațiile cu lungimi scurte ale spectrului solar. Deoarece însă penetrabilitatea acestor radiații este mică, în natură acțiunea lor este mult diminuată, bacteriile putînd fi ușor ecranate.

Acțiunea agenților chimici. După modul în care substanța chimică influențează celula bacteriană, se deosebesc două tipuri de chimiotropism: *chimiotropism pozitiv*, cînd acțiunea substanței chimice este stimulatorie; *chimiotropism negativ*, cînd acțiunea substanței este inhibitorie. Din ultima categorie fac parte substanțele bacteriostatice — sau antiseptice — care frînează dezvoltarea și înmulțirea bacteriilor și bactericidele sau dezinfectantele care provoacă moartea lor. Adesori între substanțele

dezinfectante şi cele antiseptice există deosebiri numai în ceea ce priveşte concentraţia utilizată sau durata de expunere (Severin, 1964).

Cationii exercită un efect toxic, cu atît mai intens cu cît valenţa creşte. Anionii de asemenea pot exercita o acţiune inhibitorie, ordinea descrescîndă a intensităţii lor fiind următoarea : oxidril, sulfat, tiosulfat, tartrat, molibdat, clorură, bromură, azotat, sulfit, fericianură, acetat, clorat, citrat, oxalat, bromat, iodură, benzoat etc. (Mesrobeanu şi Păunescu, 1960).

Efectul bactericid al acizilor şi bazelor este în funcţie de gradul lor de disociere, precum şi de puterea de tamponare a mediului, deoarece acţiunea lor este în primul rînd rezultatul modificării pH-ului mediului de cultură.

Sărurile unor metale grele (cuprul, argintul, mercurul ş.a.) manifestă în soluţii apoase proprietăţi bactericide. Sărurile de cupru au o acţiune bactericidă slabă, iar cauzele efectului obţinut cu aceste săruri în combaterea unor bacterioze (arsura comună a fasolei, bacterioza dudului ş.a.) nu sînt încă cunoscute. Sărurile de mercur sînt cele mai des folosite ca dezinfectante. Efectul bactericid al sublimatului poate fi sporit prin adăugarea unor alte substanţe (acid fenic, HCl, NaCl ş.a.).

Sărurile trivalente ale arsenului (arseniţi) sînt bactericide mai active decît sărurile pentavalente (arseniaţi).

Halogenii şi compuşii lor, datorită afinităţii deosebite pentru materia organică vie, manifestă o puternică acţiune toxică faţă de bacterii.

Fenolii şi alcoolii sînt buni agenţi dezinfectanţi datorită grupărilor oxidrilice din moleculele lor. Aldehidele (îndeosebi formaldehida) sînt toxice pentru celula bacteriană.

Coloranţii bazici din seria trifenilmetanului (violetul de genţiana, cristal-violetul, verdele briliant, verdele de malahit), coloranţii din seria chinoleinică şi compuşii acridinei acţionează în mod selectiv, inhibînd multiplicarea a 90% din bacteriile Gram-pozitive sau a 10% din cele Gram-negative.

Antibioticele reprezintă un grup important de agenţi chimici cu acţiune bacteriostatică şi bactericidă. Unii autori consideră antibioticul ca un chimioterapic cu origine definită, provenind dintr-o celulă vie şi izolat din produsele de metabolism ale acesteia (Vonderbauk şi Ermann, Waksman). Alţi autori introduc în sfera acestui termen şi substanţele care provin din sinteza chimică (sulfonamide, hidrazide etc.). Ultima concepţie a fost larg acceptată mai ales după ce chimiştii au reconstituit formula penicilinei şi a cloromicetinei pe care au obţinut-o pe cale sintetică. Tréfouël defineşte antibioticele ca „substanţe chimice de origine biologică sau sintetică, capabile de a distruge electiv unele microorganisme sau de a le împiedica multiplicarea, permiţînd astfel fiinţelor superioare de a lupta eficace contra bolilor infecţioase“ (Nestorescu, 1965). Antibioticele de origine biogenă, după felul microorganismelor care le produc, se împart în substanţe antibiotice elaborate de actinomicete, de ciuperci şi de bacterii. După felul cum sînt eliberate în mediu de către microorganismul producător, ele pot fi intracelulare sau extracelulare. Antibioticele pot fi clasificate şi după spectrul antibacterian, natura lor chimică etc.

Acţiunea bactericidă a unei substanţe chimice este condiţionată în special de 4 factori : concentraţia substanţei, timpul de contact al substanţei cu celula bacteriană, temperatura la care are loc contactul, compoziţia mediului în care se desfăşoară procesul inclusiv titrul culturii.

Agenţii chimici acţionează diferit asupra celulei bacteriene : prin denaturarea coloizilor proteinici, inclusiv a enzimelor, prin interferenţa cu grupările active ale proteinei, prin alterarea structurilor celulare de suprafaţă.

Bazele biochimice ale colorării bacteriilor

Proprietăţile esenţiale ale unui colorant constau în fixarea lui pe anumite corpuri şi absorbirea radiaţiilor cu o anumită lungime de undă. Fixarea se poate realiza direct sau indirect prin intermediul unor substanţe adjuvante (mordanţi, fixatori). Coloranţii conţin în molecula lor anumite grupări chimice speciale, numite cromofore. Adesea cromogenitatea unui colorant este întărită prin prezenţa unei alte grupări chimice monovalente — auxocrom. Datorită structurilor disociabile electrolitic, coloranţii pot prezenta caractere acide sau bazice.

La o celulă bacteriană cu activitate fiziologică normală, procesul de colorare este împiedicat. Metabolismul celular normal provoacă degradarea moleculelor colorantului, lipsindu-l de calităţile sale cromogene. De aici necesitatea încălzirii prealabile a frotiului sau tratarea lui cu substanţe deshidratante care, pe lîngă fixarea frotiului şi distrugerea germenilor în vederea evitării unei contaminări, realizează şi distrugerea metabolismului. Colorarea bacteriilor depinde atît de structura chimică a colorantului, cît şi de compoziţia chimică a celulei bacteriene. Proteinele, datorită caracterului amfoter al polipeptidelor, reacţionează în funcţie de pH-ul mediului cu substanţele colorante acide sau bazice. La nucleoproteine numărul mare de grupări acide libere aparţinînd polimerilor nucleotidici măreşte în mod deosebit afinitatea pentru coloranţii bazici. Componentele lipidice formează substratul colorării de tip special (seria Sudanului) ; acestea, fiind insolubile în apă sau soluţii saline, trebuie dizolvate în prealabil în solvenţi organici. Carbohidraţii celulari prezintă o afinitate electivă faţă de iod.

Dintre factorii care influenţează colorarea celulei bacteriene fac parte fixarea, felul colorantului şi mordanţii. Un proces de fixare trebuie să îndeplinească următoarele condiţii : să evite retractarea sau tumefierea vreunei regiuni a celulei ; să evite autoliza ; să protejeze celula contra altor substanţe dizolvate în reactivul colorant ; să facă mai rigid materialul celular ; să evite formarea de artefacte (Lamanna şi Mallette, 1953). Unii mordanţi manifestă o reactivitate diferenţiată faţă de colo-

ranții acizi (alaunul, sulfatul feros, tartratul ș.a.), iar alții acționează selectiv față de coloranții bazici (acizii tanic și picric), crescînd puterea de fixare a acestora prin mărirea absorbției, difuziunii și osmozei. Mordantul utilizat mai mult este soluția iodo-iodurată Lugol. La soluțiile de coloranți bazici (fucsină, albastru de metilen) se adaugă de obicei acid carbolic care intensifică efectul lor tinctorial.

Mecanismul colorației prin metoda Gram se desfășoară, în mare, după următorul proces. Colorantul bazic (violet de gențiana, violet de metil, cristal-violet) este absorbit și difuzat în interiorul protoplasmei. Iodul din mordant reacționează cu colorantul dînd naștere unui complex insolubil. În celulele bacteriene Gram-pozitive, complexul mordant-colorant este puternic fixat de structura carbohidrat-ribonucleoproteică a peretelui celular. Alcoolul solubilizează complexul mordant-colorant din celulele Gram-negative. În cazul celulei Gram-pozitive decolorantul (alcool, acetonă ș.a.) nu poate realiza solubilizarea, deoarece complexul mordant-colorant este fixat pe ribonucleat. Recolorarea auxiliară se face pentru scoaterea în evidență a celulelor Gram-negative.

Ciclul de dezvoltare a bacteriilor

Bacteriile, supuse acelorași legi ca toate ființele vii, cresc, se înmulțesc și mor. În acest proces vital al bacteriilor trebuie făcută distincție între ciclul de dezvoltare a bacteriilor ca indivizi și ca populație. În prima categorie, fenomenele avînd un caracter individual, creșterea și multiplicarea individului bacterian sînt strîns legate mai ales de zestrea lui ereditară, pe cînd fenomenele manifestate de o populație microbiană sînt dependente, cu precădere, de condițiile de mediu. Creșterea individului bacterian se caracterizează prin creșterea volumului său, urmată de diviziune. Multiplicarea bacteriilor este un proces ciclic care poate fi urmărit în dinamică. Dinamica populației în cadrul aceluiași mediu nu este ciclică și înregistrează o perioadă de tinerețe, de apogeu și de declin. Variația curbei de creștere, convențional, a fost împărțită în mai multe faze. Deosebirea dintre diferiți autori în ceea ce privește numărul de faze nu este esențială, ea reprezentînd numai gradul de detaliere a curbei de creștere. În figura 54 este reprezentată o asemenea curbă de creștere, segmentată în 8 faze.

Faza latentă (staționară) este perioada de adaptare față de mediu, în care nu are loc multiplicarea, iar numărul total de bacterii vii poate chiar să scadă.

Faza de creștere în volum cuprinde creșterea în volum a corpului bacteriilor și începutul diviziunii celulare. Împreună cu faza latentă poartă denumirea de faza de lag. Durata întregii faze de lag este în funcție de durata mai mare sau mai mică a unei generații, de specia bacteriană, de cantitatea inoculului și faza de multiplicare a culturii

folosite pentru însămînțare, de mediul de cultură utilizat, ca și de alți factori de mediu.

Faza logaritmică sau exponențială este caracterizată de o creștere constantă a numărului de celule, adică logaritmul numărului celulelor crește liniar în funcție de timp (numărul bacteriilor crește în progresie

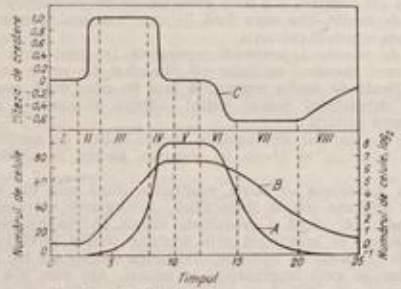


Fig. 54. — Curbă tipică de creștere a bacteriilor.
A, log creșterii ca funcție a timpului; C, viteză de creștere ca funcție a timpului
(după Monod).

geometrică). Această fază este determinată de : specia bacteriană, mediul de cultură, temperatura, pH, consumul de oxigen, acumularea produselor toxice ș.a. În faza logaritmică, bacteriile prezintă cele mai caracteristice proprietăți ale speciei. Majoritatea datelor cunoscute în diferite cercetări sînt obținute mai ales la culturi aflate în această fază de creștere, în care numărul de generații sau durata fiecărei generații se poate calcula după formula :

$$n = \frac{\log b - \log a}{\log 1{,}8}$$

în care, a este numărul de bacterii vii la începutul unei anumite perioade de timp, b este numărul de bacterii vii la sfîrșitul acestei perioade (Stephenson, 1951).

Faza de încetinire a ritmului de creștere sau de *accelerare negativă*, este caracterizată prin diviziunea celulară care are loc la intervale din ce în ce mai mari. Cauzele acestei încetiniri sînt epuizarea mediului în substanțe nutritive și acumularea de substanțe toxice provenite din metabolismul celular.

Faza staționară, faza maximă de staționare sau *faza de concentrație M*, se caracterizează prin aceea că multiplicarea și moartea celulelor se află într-o stare de echilibru; durata acestei faze variază în raport cu specia și condițiile de cultură, fiind în general mai scurtă. Faza staționară se pare că este determinată de epuizarea substanțelor nutritive și de acumularea de substanțe toxice în mediu, care nu îngăduie menținerea unui pH constant și a unui potențial de oxidoreducere convenabil.

Faza de declin este acea fază în care numărul germenilor morți întrece repede numărul celor vii.

Faza de moarte logaritmică reprezintă inversul fazei logaritmice de multiplicare, numărul celulelor vii rămînînd din ce în ce mai redus.

Faza finală de declin reprezintă faza în care, după condițiile culturale, pot supraviețui numai puțini indivizi, și care se termină cu autosterilizarea culturii.

Fazele de mai sus sînt valabile pentru culturi în medii lichide, în care nu se intervine în vreun fel oarecare asupra procesului de multiplicare.

Celula bacteriană se poate multiplica după una din următoarele modalități: sciziune simplă (bipartiție); înmugurire și ramificare; reproducere sexuată; după o modalitate mixtă. În majoritatea cazurilor, celula bacteriană se multiplică prin sciziune simplă (diviziune directă). La bacteriile în formă de bastonaș diviziunea celulei are loc întotdeauna perpendicular pe axul longitudinal al celulei. Așa cum s-a arătat mai sus, diviziunea este precedată de o mărire de volum și o alungire a corpului.

Diviziunea celulei bacteriene se desfășoară în trei faze succesive: diviziunea citoplasmei, formarea peretelui despărțitor și separarea celor două celule-fiice. Diviziunea citoplasmei se realizează prin creșterea centripetă a unui sept transvers produs de membrana citoplasmatică, în partea mediană a celulei. În final peretele transvers se dedublează, iar cele două celule-fiice se separă sau nu, în ultimul caz rezultînd bacterii multicelulare. Diviziunea bacteriilor se face într-un ritm foarte rapid, durata între două diviziuni fiind de 20 de minute. În acest fel, în 8 ore se formează 24 de generații, iar dintr-o celulă rezultă aproximativ 17 milioane de indivizi.

Noțiuni generale de genetică bacteriană

În trecut, datorită tehnicilor de lucru defectuoase, concepția asupra variabilității bacteriene a ajuns la proporțiile teoriei pleomorfiste. Abia în 1878, grație lucrărilor lui Robert Koch, pleomorfismul este înlocuit prin monomorfism care introduce noțiunea de constantă a formelor și proprietăților unei specii bacteriene. Monomorfismul a exclus posibilitatea oricărei variabilități în lumea bacteriană, astfel încît orice variație cît de mică, la indivizii unei culturi bacteriene, era considerată

drept suprainfecție. În 1924, la Congresul microbiologilor, concepția asupra variabilității celulei bacteriene a fost larg discutată și adoptată, marcîndu-se trecerea la studii sistematice a acestui fenomen și a mecanismului său de apariție.

În cadrul speciei bacteriene are loc o variație mare a caracterelor. Acestea pot fi fenotipice și neereditare sau genotipice și ereditare. Variațiile fenotipice sau „modificările" apar sub influența directă a factorilor de mediu. Variațiile genotipice sau ereditare se datoresc unor modificări apărute în substratul genetic și se transmit în mod constant în descendență. Variațiile „perceptibile" sînt limitate, putînd apărea numai dacă au corespondent în genomul celulei.

Variabilitatea bacteriilor poate afecta caracterele morfologice, culturale, biochimice etc. Variabilitatea caracterelor morfologice se referă la dimensiuni, formă, cili, capsulă ș.a. Variabilitatea caracterelor culturale se referă la aspectul cultural al unei specii, care poate varia în limite foarte largi. Astfel sînt tipurile *S* (smooth) și *R* (rough). După Stamatin (1966), caracterele distinctive principale ale variantelor *S* și *R*, la bacterii Gram-negative, sînt următoarele: varianta *S* tulbură uniform bulionul, formează suspensie stabilă în soluția de 0,8% NaCl și neaglutinată în prezența triplaflavinei; pe agar, coloniile sînt netede, regulate, convexe, opace; la speciile capsulate celulele acestei forme au capsulă, produc substanțe solubile specifice; varianta *R*, în bulion prezintă o cultură aglutinată; suspensia aglutinează în soluția de 0,8% NaCl, iar cele neaglutinate aglutinează în prezența triplaflavinei; pe agar formează colonii aspre, cu margini neregulate, dințate sau ondulate, suprafața prezentînd nervuri; capsula este absentă la speciile obișnuit capsulate; nu secretă substanțe solubile specifice. Speciile Gram-negative conțin complexul glucido-lipido-polipeptidic; reprezintă forma obișnuită a speciei, iar morfologia este obișnuită celulei fiecărei specii. Speciile Gram-pozitive nu conțin în celula lor complexul glucido-lipido-polipeptidic; reprezintă o variantă de adaptare, iar morfologia celulei este uneori modificată.

Apariția formelor *R* în sînul unei culturi de formă *S* este determinată de foarte numeroși factori.

Variabilitatea caracterelor de patogenitate este foarte frecventă la speciile de bacterii fitopatogene, dar insuficient studiată. Apariția formelor apatogene într-o cultură patogenă este determinată de numeroși factori, care diferă mult de la specie la specie.

Datorită unor avantaje pe care le prezintă microorganismele, acestea au fost folosite mult în cercetările de genetică generală. Astfel, cunoștințele privind rolul genetic al ADN și ARN, genetica moleculară în general, noua concepție a prezenței și funcționalității genelor, cunoștințele privitoare la teoria informației în biologie, rolul mutației și al selecției ca factori ai evoluției etc. au fost puse în mare parte la îndemînă de cercetările de genetică întreprinse pe microorganisme.

Ca urmare a mutațiilor, mecanism principal al variabilității bacteriene, pe de o parte, și datorită haploidiei ca un epifenomen al asexualității lor, pe de altă parte, microorganismele își asigură descendenții numai pe o linie verticală, determinînd ceea ce se numește *clone*, pe cînd la ființele superioare procesul sexual constînd în esență dintr-o fuziune *completă* a două genome, provenite de la o celulă masculă și una femelă, dă naștere unui zigot care este diploid. Procesele sexuale la ființele superioare se diferențiază de cele cunoscute la bacterii *(transformarea, transducția* și *conjugarea)* prin aceea că la formarea zigotului iau parte *integrală* cele două genome ale celulelor sexuale, pe cînd la bacterii celula donatoare lasă de obicei numai *o parte* din genomul său celulei primitoare. Fenomenul de transfer parțial genetic care se întîlnește la bacterii se numește *meromixis*, iar zigotul parțial astfel format — *merozigot*. Se numește *endogenot* genomul integral al celulei primitoare și *exogenot* fragmentul parțial al genomului provenit de la celula donatoare. Exogenotul, în raport cu timpul de contact al celulei primitoare cu celula donatoare, are lungimi variabile. Din această cauză caracterele noi genetice, manifestate la celulele descendente din celula primitoare, sînt diferite, în raport cu numărul unităților funcționale genetice introduse.

La bacterii, cromozomul recombinant este mai curînd un cromozom nou în care endogenotul și exogenotul sînt integrați, pe cînd la zigotul ființelor superioare cromozomul se formează printr-un schimb reciproc de segmente.

Variația bacteriană se referă la modificările unuia sau mai multor caractere ale unei tulpini bacteriene, modificări suficient de stabile pentru a putea fi observate și studiate.

Variațiile pot fi netransmisibile sau transmisibile ereditar.

Printre factorii studiați de genetica bacteriană sînt mutanții și recombinanții.

Mutanții se datoresc schimbărilor în secvența codului genetic, care de obicei apar rar, dar sînt transmisibili ereditar. Mutațiile pot fi spontane sau induse, adică provocate artificial cu ajutorul unor agenți mutageni care acționează asupra ADN, cum sînt factorii fizici (raze X, UV, temperatura etc.), chimici sau biologici (antibiotice, bacteriofagi etc.).

Recombinanții genetici pot lua naștere prin transformare, cînd materialul genetic exogen se integrează obligatoriu în aparatul cromozomial al bacteriei și prin recombinație genetică epizomatică, atunci cînd materialul genetic nu se integrează obligatoriu în cromozomii bacterieni.

Transformarea genetică bacteriană a fost obținută *in vivo* și *in vitro* de diferiți cercetători. Mecanismul procesului este încă puțin cunoscut, fiind la nivelul ipotezelor.

Dintre recombinanții epizomatici fac parte transducția, conversiunea lizogenică și conjugarea. Prin transducție se înțelege transferul unui fragment din genomul unei celule bacteriene către o altă celulă cu ajutorul unui fag temperat. Conversiunea lizogenică este un fenomen genetic care imprimă caracteristici particulare stabile unor bacterii în urma lizogenizării lor. Spre deosebire de transducția la care participă un fag transductor defectiv, conversiunea folosește de obicei un fag normal. Transducția se întîmplă rar, pe cînd conversiunea este un fenomen frecvent, deoarece majoritatea particulelor fagice sînt active. În cazul conjugării, transferul materialului genetic de la o celulă bacteriană la alta se face direct printr-o punte citoplasmatică care se formează între ele (fuzionare citoplasmatică numită singamie), după care urmează fuzionarea materialului nuclear (kariogamie).

CLASIFICAREA BACTERIILOR

Dominați de concepția pleomorfistă, cercetătorii predecesori lui Koch nu au reușit să propună nici o clasificare a bacteriilor. Ch. Linné în lucrarea sa *Sistema naturae* a cuprins toate microorganismele într-un singur gen numit *Chaos*. După aceea, pe măsura acumulării de noi date, au urmat diferite încercări de clasificare care însă toate reflectă insuficiența cunoștințelor asupra bacteriilor.

Numeroși oameni de știință înclină să considere microorganismele printre primele ființe apărute, datorită morfologiei lor simple, modului de multiplicare prin sciziparitate și datorită metabolismului lor care permite unor tipuri să trăiască exclusiv pe seama substanțelor minerale. Vinogradski numește microorganismele chimioautotrofe, pionerii vieții pe pămînt. Lees (1955) socotește bacteriile autotrofe fotosintetice ca organisme primitive, cele chimioautotrofe fiind derivatele acestora. Astfel, în privința evoluției fiziologice a bacteriilor, majoritatea cercetătorilor pornesc de la premisa că organismele primitive au fost autotrofe, celelalte bacterii apărînd din acestea prin pierderea anumitor funcțiuni și diminuarea capacității de sinteză. În ceea ce privește evoluția formei, Kluyver și van Niel (1936) și Stanier și van Niel (1941) consideră că prima bacterie a fost un coc. Bisset (1957) dimpotrivă este de părere că bacteriile actuale au două origini separate, nefiind înrudite filogenetic între ele. Unele derivă din bacterii unicelulare Gram-negative, altele din bacterii multicelulare Gram-pozitive (stafilococi, streptococi) (Mesrobeanu și Păunescu, 1960). Toate schemele propuse sînt însă departe de a prezenta criterii solide. Orice clasificare a lumii vii are de rezolvat două probleme : atît definirea unității taxonomice de bază, adică specia, cît și poziția acestela în seria filogenetică.

În lumea bacteriilor, o serie de cauze îngreunează caracterizarea speciilor, unele dintre acestea ținînd de biologia bacteriilor, încă incomplet cunoscută, altele de procedee greșite folosite în cercetări. Printre

acestea sînt : variabilitatea mare a bacteriilor, ignorarea multor aspecte ale proceselor de sexualitate, existența unor fenomene proprii bacteriilor ca transformarea, transducția, lizogenia etc., care pot influența atît genotipul cît și fenotipul, precum și compararea unor tulpini cercetate cu tulpinile de colecție etalon. În domeniul bacteriologiei, unde variabilitatea este atît de mare, reprezentarea speciei printr-o singură tulpină sau a unui număr mic de bacterii se pare a fi un procedeu greșit (Papacostea, Missirliu și Preda). În opoziție cu plantele și animalele unde fenomenele de sexualitate joacă rolul fundamental, la bacterii reproducerea normală este pur clonală. După L. Héritier, la microorganisme „nu există specii adevărate, ci numai clone ale căror proprietăți globale nu rămîn de fapt constante, decît atît timp cît mediul nu variază".

În lumina cunoștințelor actuale de genetică ca și a observațiilor din laborator, specia microbiană poate suferi modificări care să intereseze unul sau mai multe caractere ; se pare însă că mai toate aceste variații se fac în interiorul speciei respective. Pe această linie, unii autori recomandă necesitatea studierii variabilității în cadrul speciilor bacteriene pentru a obține informații privind atît limitele speciei cercetate cît și legăturile de rudenie ce există între diferitele specii și genuri. Practic însă, nu s-au putut găsi pînă în prezent căi satisfăcătoare de rezolvare a problemelor de filogenie a bacteriilor. Pentru a ieși din acest impas o serie de cercetători (Sneath și Cowan, 1958 ; Lysenko, 1961 ; Floodgate, 1962 ; Cowan, 1965 ș.a.) reactualizează concepția pragmatică a lui Adanson (jumătatea a doua a secolului al XVIII-lea) care consta în acordarea unei valori egale tuturor caracterelor, ignorînd problemele de înrudire sau filogenie. Pe baza unui parametru abstract, „similitudinea generală", acești cercetători încearcă întocmirea unităților taxonomice. În acest sistem, noțiunea de specie este înlocuită cu aceea de „phenon" care, spre deosebire de specie, elimină orice nuanță de înrudire. Taxonomia statistică prezintă interes, dar pare să necesite noi cercetări pentru a permite să se elaboreze o taxonomie bacteriană (Papacostea, Missirliu și Preda).

Cu toate greutățile întîmpinate în definirea speciei, practica arată că ea totuși există în realitate ca o categorie naturală. Stamatin (1965), pornind de la rațiuni de ordin practic, definește și încadrează în aceeași specie totalitatea indivizilor care se prezintă sub aceeași formă, se dezvoltă în condiții asemănătoare de mediu, produc prin multiplicarea lor aglomerări (în medii lichide) sau colonii (pe medii solide) de aproximativ același tip, au manifestări vitale apropiate și o compoziție chimică în totalitate sau în parte proprie și diferită de a altor grupe de microorganisme.

Gorlenko (1959) consideră specia, la bacteriile fitopatogene, ca un fenomen care are o existență obiectivă în natură, ca o etapă determinată în procesul evolutiv și care poate fi desemnat după următoarele criterii : a) specializarea pe anumite plante-gazdă, stabilită în condiții apropiate de cele naturale ; b) arealul determinat, atît pentru planta-gazdă cît și pentru parazit ; c) complexul însușirilor fiziologo-biochimice.

Locul bacteriilor în lumea viețuitoarelor a fost și continuă să fie discutat. Majoritatea autorilor le consideră ca făcînd parte din regnul vegetal. Alții grupează toate viețuitoarele microscopice (protozoare, bacterii, ciuperci), care nu au caractere nete vegetale sau animale, într-un al treilea regn numit al *microbilor* (Stamatin, 1956) sau al *protistelor* (Stanier, 1961). În ceea ce privește clasificarea bacteriilor fitopatogene, amintim numai că pînă în prezent au fost propuse numeroase scheme, printre care un rol important a jucat și acela a lui Tr. Săvulescu, (1947). Fiecare dintre aceste scheme a fost analizată critic și îmbunătățită pe măsura acumulării de date noi. În prezent nu dispunem de o clasificare universal recunoscută. Ținînd seama că dintre toate schemele existente aceea din *Bergey's Manual* (1957) este mai frecvent folosită, în cele ce urmează o prezentăm pe aceasta cu unele completări pe care le vom face la urmă.

Clasa SCHIZOMYCETES von Naegeli (1857)

Ordinul PSEUDOMONADALES Orla-Jensen (1921)

Familia PSEUDOMONADACEAE Winslow et al. 1917

Celule în formă de bastonașe alungite, drepte, rareori cocoide. Se mișcă cu ajutorul cililor polari care sînt cîte unul sau în smocuri. Gram-negative. Pot să aibă pigmenți solubili sau insolubili în apă. De obicei cresc bine și destul de repede pe suprafața mediilor de cultură. Aerobe, frecvent oxidative, dar pot fi și fermentative.

Genul **Pseudomonas** Migula, 1894. Celule monotrihe, lofotrihe sau atrihe. Gram-negative. Frecvent produc pigmenți fluorescenți, difuzibili, de culoare verzuie, albăstruie, violet, roz, galben ș.a. Majoritatea speciilor oxidează glucoza în acid gluconic, acid 3-ketogluconic sau alți intermediari. De obicei inactive în ceea ce privește oxidarea lactozei. Nitrații sînt frecvent reduși în nitriți, amoniac sau azot liber.

Genul **Xanthomonas** Dowson, 1939. Celule de obicei monotrihe, uneori lofotrihe. Pe agar produc un pigment galben, insolubil în apă. Uneori, pe geloză nutritivă se semnalează un pigment brun, difuzibil. Asparagina nu este suficientă ca singură sursă de carbon și azot. Produc acid din mono- și dizaharide. Unele specii lichefiază mediul cu pectină, altele nu [1].

[1] Reprezentanții genului *Xanthomonas* descompun lipolitic uleiul de bumbac. Majoritatea reprezentanților genului *Pseudomonas* nu posedă fermentul pentru descompunerea uleiului de bumbac. Reprezentanții genului *Corynebacterium* și specia *X. stewartii* de asemenea nu au proprietăți lipolitice (Starr și Burkholder — după Izrailskii, 1960).

Ordinul EUBACTERIALES Buchanan, 1917

Familia RHIZOBIACEAE Conn. 1938

Celule în formă de bastonașe, rareori ciliate (cu un cil polar sau lateral, uneori cu 2 pînă la 4 cili peritrihi). De obicei Gram-negative. Cresc aerob în medii de cultură comune care conțin glucoză. Glucoza și uneori alți carbohidrați sînt folosiți fără să formeze mult acid.

Genul **Agrobacterium** Conn. 1942. Celule cu 1—4 cili peritrihi. Obișnuit Gram-negative. În medii comune nu produc gaz vizibil și nici acid suficient pentru a fi detectat cu turnesol. În mediu sintetic pot produce destul CO_2 pentru a se detecta cu albastru de brom-timol sau uneori cu brom-timol simplu. Gelatina este foarte slab lichefiată sau de loc. Nu pot fixa azotul liber, dar pot folosi diferite forme de azot (nitrați sau săruri amoniacale).

Familia ENTEROBACTERIACEAE Rahn, 1937

Celule în formă de bastonașe drepte, peritrihe sau atrihe. Gram-negative. Cresc bine în mediu artificial. Toate speciile folosesc glucoza producînd acid sau acid cu gaze; unele specii atacă chiar pectinele.

Genul **Erwinia** Winslow et al., 1917. Celule peritrihe. Produc acid cu sau fără gaz vizibil, din diferite zaharuri. La unele specii, numărul compușilor de carbon folosiți este limitat, iar lactoza nu poate fi fermentată. Invadează țesuturile plantelor vii și produc necroze uscate, gale, ofiliri și putregaiuri moi (soft rots). În ultimul caz, o protopectinază distruge substanța lamelei mediane.

Familia CORYNEBACTERIACEAE Lehmann et Neumann, 1907

Bastonașe cu o diversitate de forme, de obicei imobile. La mai multe specii au fost descrise celule ramificate, dar acestea sînt foarte necerte. În general Gram-pozitive, unele specii putînd să se decoloreze parțial mai ușor decît altele. Prezintă pigment cenușiu-galben, oranj sau roz. Aerobe sau microacrofile.

Genul **Corynebacterium** Lehmann et Neumann, 1896. Celule drepte sau ușor curbate, citeodată granulate. Deseori prezintă umflături în formă de măciucă. Imobile, cu excepția unor fitopatogene. Gram-pozitive; citeodată celulele tinere și cele bătrîne pierd colorația cu ușurință. În general aerobe, dar se găsesc și specii microaerofile și chiar anaerobe. Fermentează sau nu zaharurile. Multe specii oxidează glucoza complet, fără să producă gaz vizibil.

Ordinul ACTINOMYCETALES Buchanan, 1917

Organismele formează celule alungite care au o anumită tendință de ramificare. Aceste hife nu pot depăși 1,5 μ și majoritatea sînt cu diametrul în jur de 1 μ sau mai puțin.

Familia STREPTOMYTACEAE Waksman et Henrici, 1943

Genul **Streptomyces** Waksman et Henrici, 1943. Crește sub forma unui miceliu tipic, aerian, mult ramificat. Conidiosporii sînt înlănțuiți. Aerob.

*

În literatură au apărut propuneri de genuri noi sau încadrări taxonomice diferite, o parte din ele fiind adoptate de unii autori, fără însă a fi acceptate în unanimitate. Burkholder (1959) face o analiză critică a acestor propuneri, scoțind la iveală părțile slabe ale lor. Astfel, Waldee (1945) desprinde din genul *Erwinia* un gen nou, *Pectobacterium*, în care încadrează bacteriile ce cresc ușor pe medii conținînd azot anorganic, reduc nitrații în nitriți și secretă o protopectinază activă capabilă de a produce în cel mult 48 de ore putregai la morcov crud (sau alte țesuturi cărnoase ale legumelor). Această împărțire, după cum arată Burkholder, nu poate fi făcută riguros, existînd numeroase abateri principiale care pledează în defavoarea oportunității creării acestui gen.

Magrou și Prévot (1948) au propus separarea din genul *Pseudomonas* a unui grup nou, *Phytobacterium*, în care să fie încadrate speciile bacteriilor fitopatogene care prezintă colonii albe. Separarea speciilor după acest criteriu este foarte greu de realizat, deoarece chiar în cadrul aceleiași specii *(Pseudomonas phaseolicola)* acest caracter variază în limite destul de largi.

Patel și Kulkarni au propus genul nou *Chlorobacter* pentru speciile fitopatogene care produc pigment verde-fluorescent. Dar și în acest caz dificultățile privind delimitarea speciilor sînt mari.

Pentru speciile bacteriilor fitopatogene imobile Magrou și Prévot (1948) creează genul *Aplanobacter*, încadrîndu-l cu *Bacterium stewartii*, iar Patel și Kulkarni mai introduc în acest gen specia *Aplanobacter michiganense*. Burkholder arată că principiul nu este legitim, deoarece mobilitatea nu reprezintă un caracter generic.

Greutățile de ordin taxonomic sînt numeroase. Există specii care nu-și găsesc locul în nici o unitate sistematică, exemplul tipic fiind constituit de specia *Xanthomonas stewartii*. Toate aceste greutăți fac ca sistematica bacteriilor fitopatogene să fie o problemă deschisă și ea va rămîne ca atare pînă ce pe baza a cît mai multor cunoștințe privind biologia bacteriilor fitopatogene se vor găsi criterii corespunzătoare fiecărei trepte de clasificare.

BACTERIOFAGII

Bacteriofagii, fagii sau virusurile bacteriene sînt foarte răspîndite în natură. Ei au un rol important în biocenoză, respectiv în epifitotie. Sînt folosiți în lucrările de laborator pentru identificarea bacteriilor, în genetica bacteriană ș.a. O mare parte a cercetărilor care stau la baza geneticii moleculare au fost făcute cu bacteriofagi.

Efectul bacteriofagilor (fagoliza) a fost semnalat încă la sfîrșitul secolului trecut. Cei care au studiat însă fenomenul, punînd bazele științifice ale unei noi ramuri a microbiologiei, au fost F. W. Twort (1915) și F. d'Herelle (1917). Deși recent descoperiți, bacteriofagii au fost și continuă să fie studiați foarte mult în vederea rezolvării unor aspecte practice sau teoretice.

Particula bacteriofagică sau virionul în cele mai multe cazuri are formă spermatozoidală (fig. 55). Capul are o organizare complexă, fiind format dintr-un înveliș și un conținut granular sau filamentar. Forma capului poate fi hexagonală, cilindrică sau sferică. Coada este formată dintr-un manșon și o tijă internă, alcătuită dintr-un fascicul de fibre de 3—10 mμ grosime, iar centrul este gol. La capătul tijei se găsesc formațiuni filiare (proteine fibrilate). Diametrul capului este de 20—170 mμ, iar coada are grosimea de 10—25 mμ și lungimea de 10—300 mμ.

După compoziția chimică, fagii se deosebesc de bacterii și virusuri. Celulele bacteriene conțin 2—5% ADN, virusurile 1—8%, iar virionii fagici 40%. ADN-ul se găsește în capul fagilor sub forma de filamente, caracteristice acestei substanțe. ADN-ul fagic conține timină și nu conține uracil, pe cînd ADN-ul bacterian conține uracil, dar nu conține timină. Proteina fagică conține sulf și este lipsită de fosfor, fiind localizată îndeosebi în învelișul fagului. Deoarece compoziția chimică a corpului fagic este diferită de compoziția celulei bacteriene, rezultă că fagul are un metabolism autonom față de acela al celulei bacteriene în interiorul căreia se înmulțește.

Procesul infecțios al fagului implică următoarele etape : adsorbția, introducerea ADN-ului, înmulțirea și liza celulei bacteriene-gazdă, însoțite de eliberarea noilor virioni.

Fagul, într-o primă fază, se fixează cu vîrful cozii pe receptorul celulei sensibile. Rol hotărîtor în adsorbția fagului de către celula bacteriană îl are concentrația în mediu a ionilor. Specificitatea relațiilor fag-bacterie de multe ori este determinată de procesul adsorbției.

După dezintegrarea receptorului, ADN-ul fagic este introdus în interiorul celulei-gazdă. Învelișul proteic al particulelor fagice rămîne la exteriorul celulei sub formă de „umbră" adsorbită de suprafața membranei.

Imediat după pătrunderea ADN-ului fagic în celula bacteriană urmează înmulțirea acestuia (perioada latentă). În prima etapă nu se constată nici un fel de modificare structurală a celulei infectate. Apoi, nucleul bacterian începe să se demoleze, iar cromatina migrează spre periferia celulei. Imediat după adsorbția fagului diviziunea celulei este

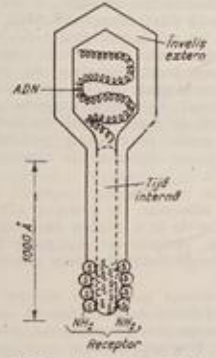


Fig. 55. — Structura schematică a unui fag (după Kozloff).

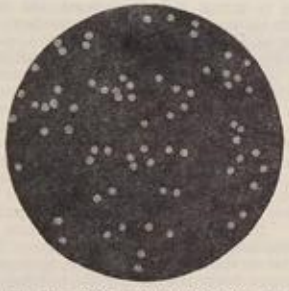


Fig. 56. — Porțiune dintr-o placă Petri cu mediu în straturi duble în care se văd plaje fagice.

întreruptă. Sinteza unor fermenți adaptativi este inhibată, dar schimbul energetic continuă, ceea ce este indicat de respirația celulei. Sinteza ARN aproape încetează, dar aceea a proteinei continuă. Sinteza ADN-ului bacterian încetează și ea, iar după scurt timp începe sinteza ADN-ului fagic, care împreună cu sinteza proteinei se continuă pînă la inceputul lizei celulei (Adams, 1961).

Aproximativ la jumătatea perioadei latente începe să apară în interiorul celulei-gazdă din ce în ce mai multe particule fagice mature.

Cînd concentrația fagului ajunge la o anumită mărime critică, brusc începe liza celulei-gazdă. Numărul de particule fagice produse într-o singură celulă diferă în funcție de specie, tulpină și condițiile de cultură (100—500). Durata unui ciclu de dezvoltare variază între 13 și 75 de minute și mai mult. Fenomenul de liză se traduce macroscopic adeseori prin clarificarea culturilor în medii lichide și prin apariția zonelor de liză sau a plajelor pe mediile solide. Plajele fagice sînt similare coloniilor bacteriene (fig. 56) și pot varia ca aspect de la o specie

de fag la alta. Bacteriofagii care induc procesul infecțios descris mai sus se numesc *virulenți*.

Există însă numeroși bacteriofagi care în unele faze (adsorbția și introducerea ADN-ului) se comportă la fel ca și cei virulenți, însă nu produc liza celulei bacteriene. Astfel de bacteriofagi se numesc *temperați*. O dată introdus în celula-gazdă, ADN-ul fagului temperat se atașează la sistemul nuclear al bacteriei, păstrîndu-și informațiile genetice, o parte din ele transmițîndu-le celulei-gazdă. În această stare neagresivă ADN-ul fagic se numește *probacteriofag* sau *profag*, iar celula purtătoare devine *lizogenă*. Profagul nu posedă însușirile fagului matur și poate fi transmis la infinit de celula bacteriană în descendență. Spontan sau sub inducția unor factori externi profagul se transformă în fag, producînd liza celulei gazdă și eliberarea a noi virioni. O celulă lizogenă își modifică unele caractere : devine imună față de fagul inițial, cu toate că își păstrează funcțiile fagoreceptoare ; poate să producă particule fagice identice cu cele care le-au infectat ; poate căpăta unele caractere noi fiziologice, morfologice sau de patogenitate.

Lizogenizarea celulelor bacteriene este un fenomen răspîndit în natură, dar poate fi realizată și artificial în laborator. Cu ajutorul ADN-ului fagic se pot transmite informații genetice de la o tulpină bacteriană la alta, ultima căpătînd astfel însușiri noi. Aceasta se realizează fie prin *transducție* (nu este determinată de lizogenitate), fie prin *conversiune lizogenică* (determinată de lizogenitate).

În ultimii ani au fost publicate numeroase lucrări cu privire la bacteriofagii bacteriilor fitopatogene, fiind folosiți la identificarea speciilor de bacterii, cercetări de ecologie a bacteriilor fitopatogene, combaterea bacteriozelor ș.a. Bacteriofagii pot fi găsiți oriunde este prezentă bacteria lor gazdă : în leziunile plantelor bolnave, în solurile de sub culturi, în apele de irigație. Identificarea speciilor de bacterii este determinată, în mare parte, de specificitatea fagilor. Pînă în prezent diagnoza speciilor este posibilă numai cu izolate de bacterii sensibile față de fagii dați, deoarece există numeroase tulpini bacteriene care sînt rezistente față de anumiți fagi, în timp ce alte tulpini pot fi sensibile față de fagii aparținînd altor specii de bacterii. Se pare că bacteriofagii speciilor de *Pseudomonas* sînt mai polivalenți, în timp ce bacteriofagii speciilor de *Xanthomonas* prezintă o specificitate mai mare. În cadrul unei specii pot exista mai multe lizotipuri. Lizotipurile sînt tulpini bacteriene diferențiate prin răspunsul lor față de fagi, nefiind obligatorie specializarea lor ca patogenitate. Toate acestea complică în mare măsură folosirea bacteriofagilor în diagnosticarea și tipizarea bacteriilor fitopatogene. În cercetările de ecologie, bacteriofagii au fost folosiți la detectarea patogenilor în diferite substraturi, ca urmare a faptului că numărul de virioni fagici crește exclusiv în prezența bacteriei gazdă ; acolo unde se înregistrează o creștere a numărului de virioni există și bacteria de referință. Dar întrucît relațiile bacterie-fag sînt complicate, rezultatele obținute prin folosirea fagilor trebuie luate în considerare cu mult discernămînt. O astfel de metodă a fost propusă de Katznelson și colab., pentru detectarea semințelor infectate, metodă la care s-au făcut diferite propuneri de îmbunătățire sau adaptare la alți agenți fitopatogeni (Klement și Lovrekovich, 1960 ; Wakimoto, 1955). În mod asemănător se procedează și în cazul cercetării surselor de infecție și a ecologiei bacteriilor fitopatogene. În acest fel a fost demonstrată hibernarea patogenilor în semințe (Wakimoto, 1955), în muguri (Baldwin și Goodman, 1962), în frunze ș.a. La detectarea bacteriilor în sol s-au întîmpinat unele greutăți datorită capacității mari de adsorbție a sistemului coloidal, scăderii pH-ului etc. Îmbunătățirile ulterioare au permis aplicarea în practică a acestor metode (Severin, 1965). Tot cu ajutorul bacteriofagilor s-au făcut cercetări interesante de propagarea bacteriilor fitopatogene prin picături de ploaie (Gotto și Okabe, 1962), apă de irigație (Tagami, 1959). Bacteriofagii mai sînt folosiți în bacteriologia fitopatogenă la numărarea celulelor de bacterii, testarea substanțelor bactericide, prognoza unor bacterioze și combaterea lor (Okabe și Gotto, 1963).

SIMPTOMATOLOGIE

În cursul procesului patologic planta-gazdă suferă — în funcție de interrelațiile care se creează între aceasta, microorganismul patogen și mediu — modificări mai mult sau mai puțin profunde. Aceste modificări afectează mai întîi biochimismul și fiziologia țesutului contaminat, iar la o anumită treaptă și structura anatomo-morfologică a plantei. Toate aceste perturbări pot suferi fluctuații în ceea ce privește intensitatea sau caracterul lor, în funcție de modificările care apar în activitatea unuia dintre cei trei factori care participă la procesul infecțios.

Bacteriile, o dată pătrunse în deschiderile naturale ale plantei sau în spațiile intercelulare, se vor înmulți mai mult sau mai puțin în funcție de reacția de apărare a plantei, temperatura mediului, nutriția plantei ș.a. Activitatea metabolică a acestor bacterii determină dezorganizarea la diferite niveluri și în diferite grade a țesutului invadat sau a plantei întregi, dezorganizare care se manifestă prin modificări.

Infecțiile bacteriene pot produce leziuni locale, care afectează numai porțiuni de țesut de pe diferite organe, sau pot avea un efect general. Majoritatea bacteriozelor au însă un efect local.

Tumorile se datoresc hipertrofiei și hiperplaziei celulei-gazdă. Pot fi pline, fără goluri în interior, sau cavernoase. Tumorile din prima categorie sînt produse de *Agrobacterium tumefaciens*, iar din a doua, de *Xanthomonas beticola* și *Pseudomonas savastanoi*. Bacteriozele care prezintă tumori pline se numesc cancere (cancerul bacterian al pomilor

fructiferi), iar cele cu tumori cavernoase, tuberculoze (tuberculoza rădăcinilor de sfeclă).

Putregaiurile umede sînt produse de unele bacterii care atacă organele cărnoase ale plantelor și prin acțiunea lor enzimatică descompun total sau parțial pereții celulari ai țesuturilor-gazdă, producînd astfel o dezorganizare a acestora (*Erwinia carotovora, Erwinia aroideae, Corynebacterium sepedonicum, Xanthomonas hyacinthi*). În multe cazuri, procesul de descompunere a peretelui celular este desăvîrșit de alte microorganisme care se dezvoltă ca urmare a infecțiilor secundare (putregaiul bulbilor de zambile).

Schimbarea coloritului normal al țesuturilor atacate (pătare) se poate prezenta sub formă de decolorări, hidroze sau pigmentări. Decolorarea țesuturilor vii, în cazul arsurii aureolate a fasolei produsă de *Pseudomonas phaseolicola*, este însoțită de acumulare de amidon în țesuturile gazdă în care s-au infiltrat toxinele bacteriei. Hidrozele sau îmbibarea țesuturilor cu apă se întîlnesc în faza incipientă a multor bacterioze maculicole (*Xanthomonas phaseoli, Pseudomonas lachrymans, Xanthomonas papavericola* ș.a.).

Colorarea țesuturilor gazdă se datorește inducerii pigmentului antocian (*Pseudomonas syringae* la sorg sau porumb), formării melaninei (pigment negru) ca urmare a acțiunii tirozinazei secretate de agentul patogen asupra tirozinei din țesuturile gazdă (*Xanthomonas translucens* ș.a.). Pigmentarea țesuturilor gazdă apare de obicei în zone mai mult sau mai puțin delimitate, cu aspect caracteristic agentului patogen, uneori și solului de plantă-gazdă.

Necrozele sau arsurile reprezintă stadiul final al bolii la nivelul țesuturilor gazdă. Ele pot fi produse și de bacterii fitopatogene neomoloage (care, natural, atacă alte specii de plante-gazdă), avînd loc reacții de hipersensibilitate. Necrozele sînt produse de majoritatea bacteriilor fitopatogene, pentru unele bacterii acestea fiind însă specifice : arsura comună a fasolei produsă de *Xanthomonas phaseoli*, arsura bacteriană a pomilor fructiferi produsă de *Pseudomonas syringae* și *Erwinia amylovora* ș.a.

Ciuruirea frunzelor reprezintă de asemenea stadiul final al bolii la nivelul țesuturilor gazdă. Pentru unele bacterioze ciuruirea este specifică (*Xanthomonas pruni*).

Exsudatul se formează în cadrul interrelațiilor dintre agentul patogen și planta gazdă, fiind o substanță mucilaginoasă (heteropolizaharidă) în care se găsesc suspendate bacteriile. Mucilagiul fiind un coloid cu capacitate de absorbție ridicată (gonflare) exercită o forță mecanică foarte mare, capabilă să rupă țesuturile plantei și să exsudeze. Fenomenul este frecvent la multe bacterioze, avînd însă un caracter specific pentru unele din ele (*Erwinia amylovora*).

Bacteriozele cu efecte generale sînt acelea la care bacteriile se dezvoltă în vasele conducătoare ale plantei gazdă sau distrug sistemul radicular. O delimitare precisă între bacteriozele cu efect general și cele cu efect local în multe cazuri nu se poate face, caracterul lor fiind determinat de condițiile de mediu.

În cazul infectării vaselor conducătoare, ofilirea poate cuprinde toată planta (*Pseudomonas solanacearum*) sau anumite părți din plantă (*Corynebacterium sepedonicum*).

În cazul bacteriozelor cu efect general, plantele se ofilesc, iar după un timp se usucă. Cauzele ofilirii sînt de două feluri : obturarea vaselor conducătoare și acțiunea toxică a microorganismului asupra țesuturilor gazdă. În primul caz bacteriile se dezvoltă în lumenul xilemului, obliterîndu-l total sau parțial. În cazul în care obliterarea nu este totală, la început plantele ofilite în cursul zilei își revin noaptea. Cu timpul țesuturile afectate mor prin uscare (*Erwinia tracheiphila*). În al doilea caz, toxinele produse de bacterii se infiltrează în țesuturi producînd ofilirea lor. Dacă se introduc tulpini ale plantelor sensibile în filtratul steril al culturii bacteriei fitopatogene, frunzele de pe aceste tulpini se vor ofili (*Erwinia cytolitica*).

Unele bacterii produc infecții sistemice (*Xanthomonas phaseoli*), fără însă a obtura vasele conducătoare. În acest caz celulele bacteriene circulă prin vase, localizîndu-se într-unul sau mai multe locuri ale plantei (tulpini, ramuri, frunze, semințe etc.).

TRANSMITEREA BOLILOR BACTERIENE

Bacteriile fitopatogene se pot transmite de la un an la altul sau în cursul aceleiași perioade de vegetație prin diferite căi. Transmiterea bacteriilor fitopatogene de la un an la altul, la plantele anuale, se realizează în general prin materialul de înmulțire, prin sol și prin plantele-gazdă spontane.

Multe bacterii, în timpul recoltării, rămîn pe suprafața semințelor, fiind transmise apoi în cultura din anul următor. Astfel bacteria *Pseudomonas tabaci* în timpul decorticării capsulelor de tutun infestează semințele. Multe dintre aceste bacterii vor fi însă distruse de antagonismul microbian din sol, neajungînd să infecteze plantele.

Mai periculoase și mai greu de combătut sînt acele bacterii care infectează boabele încă din timpul formării acestora, pătrunzînd în interiorul lor de obicei prin vasele conducătoare (*Corynebacterium michiganense, Xanthomonas phaseoli* ș.a.).

Agentul patogen poate să fie localizat și pe coaja tuberculului (*Streptomyces scabies*) sau în interiorul acestuia (*Corynebacterium sepedonicum*), precum și pe alte organe vegetative folosite la înmulțire :

bulbi (*Xanthomonas hyacinthi* la zambile), rădăcini (*Erwinia carotovora* la morcovi) etc.

Bacteriozele produse de bacteriile care se găsesc în interiorul materialului de înmulțire prezintă în general greutăți în ceea ce privește combaterea lor.

După recoltarea unei culturi infectate, rămîn în cîmp cantități mari de resturi vegetale (frunze, tulpini, semințe) purtătoare ale agentului patogen. Bacteriile fitopatogene rezistă în astfel de condiții vreme îndelungată, pînă cînd, în urma descompunerii țesuturilor vegetale, sînt eliberate din acestea și supuse acțiunii antagoniste a microflorii solului.

La sfîrșitul secolului trecut dăinuia teoria lui P e t t e n k o f e r, după care toate microorganismele patogene pentru om și animale își au sediul în sol. Cercetările ulterioare au infirmat această concepție, îndeosebi pentru bacteriile fitopatogene. Sub acțiunea substanțelor antibiotice, secretate de numeroase microorganisme din sol, cea mai mare parte a bacteriilor fitopatogene sînt distruse într-un timp relativ scurt. În afară de acțiunea antagonistă a microflorii solului, mai sînt și alte cauze care determină distrugerea bacteriilor fitopatogene. Dintre acestea fac parte : protozoarele (pentru *Erwinia aroideae*), bacteriofagii cu un spectru larg (C i s t o s e r d o v a a izolat un bacteriofag care lizează *Pseudomonas xanthochlora, Pseudomonas syringae, Pseudomonas atrofaciens, Pseudomonas mori* și *Xanthomonas translucens*, iar S t o l p și S t a r r au izolat din sol bacteriofagi care lizează diferite specii de *Xanthomonas*), factorii fizici din sol (temperatura, umiditatea, textura solului) ș.a. Unele bacterii fitopatogene rezistă timp îndelungat în sol (*Pseudomonas solanacearum*), altele rezistă dar în anumite condiții și pierd patogenitatea (*Agrobacterium tumefaciens* își pierde patogenitatea în solurile cu pH mai mic de 5), iar altele chiar se înmulțesc în sol (*Pseudomonas xanthochlora*). D i a c h u n și V a l l e a u (1946) izolează din rizosfera unor plante cultivate (grîu, tomate, fasole, soia) diferite bacterii fitopatogene : *Pseudomonas tabaci, Pseudomonas angulata, Xanthomonas vesicatoria, Xanthomonas phaseoli, Pseudomonas phaseolicola*.

Bacteriile fitopatogene în general se transmit în măsură mai mică prin vînt decît ciupercile și la distanțe mai mici. Transmiterea prin praful antrenat de curenții de aer este mai puțin probabilă, deoarece înainte de a ajunge pe particulele de praf bacteriile fitopatogene trebuie să fi rezistat atîtor factori distrugători : razele solare, antagonismul din sol etc. La unele bacterioze, la care are loc o exsudație mai abundentă, agenții patogeni se transmit cu mai multă ușurință prin vînt, în special pe timp de furtună cu ploaie (*Xanthomonas phaseoli, Xanthomonas fuscans, Xanthomonas malvacearum, Pseudomonas angulata* ș.a.).

Fauna nevertebrată, care populează partea aeriană a plantelor și solul de sub cultură, realizează transmiterea a numeroase bacterioze. Insectele servesc nu numai ca vectori ai bacteriilor fitopatogene (*Xanthomonas phaseoli, Pseudomonas lachrymans*), dar prin rănile pe care le produc plantelor (înțepături sau rozături) creează porți de intrare pentru acestea (*Erwinia tracheiphila, Corynebacterium sepedonicum*). O mare parte din aceste insecte au un rol dublu : rănesc planta și transportă în același timp și bacteria fitopatogenă. Astfel sînt insectele *Diabrotica vittata* care transmite bacteria *Erwinia tracheiphila, Diabrotica longicornis* care transmite bacteria *Xanthomonas stewartii*. În multe din aceste insecte bacteriile fitopatogene iernează ; astfel în larvele insectei *Phorbia fusciceps* iernează bacteria *Erwinia atroseptica*.

Rolul insectelor în transmiterea bacteriilor fitopatogene este diferit. Unele bacterii se transmit aproape exclusiv prin insecte : *Xanthomonas stewartii, Erwinia tracheiphila, Pseudomonas savastanoi* ; pentru alte bacterii insectele joacă un rol secundar în transmitere.

Moluștele pot transmite bacteria *Xanthomonas campestris*. Nematodul *Tylenchus tritici* este vectorul bacteriei *Corynebacterium tritici*, *Aphelenchoides ritzema-bosi* transmite bacteria *Corynebacterium tritici*, iar alți nematozi transmit agentul patogen prin rănile pe care le produc plantelor (P i t c h e r, 1963).

Transmiterea în timpul diferitelor lucrări agrotehnice este foarte frecventă la multe bacterioze. Agenții patogeni pot fi vehiculați de unelte în timpul lucrului, de animalele de tracțiune, de hainele și mîinile muncitorilor, în timpul altoirii, de apa de irigație etc.

Alte căi de transmitere sînt păsările (*Erwinia amylovora*), polenul (*Xanthomonas juglandis*), atingerea de rădăcini (*Pseudomonas solanacearum*) etc.

IMPORTANȚĂ ECONOMICĂ ȘI COMBATERE

Bacteriile fitopatogene, prin modificările fiziologice și structurale pe care le produc plantelor cultivate, afectează producția culturii respective. Bacteriozele care se manifestă pe frunze reduc capacitatea fotosintetică a plantelor, cele care se manifestă pe organele comestibile (tuberculi, fructe) diminuează calitățile comerciale sau de păstrare, iar cele care se manifestă pe flori pot determina mai ușor compromiterea totală a producției. Pierderile de producție sînt strîns corelate cu gradul de atac, iar acesta este în funcție de condițiile concrete în care apare boala.

Unele bacterioze apar în fiecare an și în toate zonele de cultură a speciei respective de plantă, altele au o arie de răspîndire limitată sau apar numai în anumiți ani. Sînt bacterioze care prezintă importanță numai în timpul păstrării recoltei, cum sînt putregaiurile umede la cartof. Pentru altele importanța se circumscrie la unele soiuri, de exemplu cancerul bacterian la vița de vie.

Cercetări speciale pentru aprecierea pagubelor produse de diferite bacterioze nu s-au făcut, însă din lucrările publicate pînă în prezent se pot trage unele concluzii evidente. Astfel *Erwinia atroseptica* a provocat, mai ales în depozitele de cartofi, pierderi anuale de 5—10% din întreaga recoltă. Producția de tutun a scăzut în numeroși ani datorită atacului bacteriei *Pseudomonas tabaci* cu 8—10%. Bacteria *Corynebacterium michiganense* a provocat în unii ani (exemplu anul 1955) pierderi însemnate culturilor de tomate. De asemenea, și bacteriozele produse de *Xanthomonas campestris* la varză și *Pseudomonas lachrymans* la castraveți, în unele regiuni și în unii ani, au determinat pierderi de 5—8% din recoltă. Bacteriozele fasolei provoacă pierderi însemnate în toți anii, îndeosebi în verile umede. În pepinierele pomicole s-au înregistrat aproape în toți anii atacuri puternice ale bacteriilor *Pseudomonas syringae* la speciile semințoase și *Xanthomonas juglandis* la nuc. Cancerul bacterian, în special forma de aricelă, s-a dovedit a fi o boală foarte păgubitoare pentru soiurile de struguri de masă.

Odată cu intensificarea sistemului de cultivare a plantelor, cu mărirea suprafețelor aparținînd aceleiași culturi, extinderea suprafețelor irigate, intensificarea exportului de produse vegetale, importanța economică a bacteriozelor a crescut și mai mult.

La stabilirea măsurilor de combatere a bacteriozelor plantelor trebuie avut în vedere modul prin care se transmit. O combatere eficientă nu se poate realiza printr-o singură metodă. Este necesar aplicarea cu toată consecvența a unui sistem care cuprinde măsuri ce se completează. În general un complex de măsuri pentru combaterea bacteriozelor trebuie să se bazeze pe folosirea de material de însămînțare liber de bacterioze, a unui teren de asemenea liber de bacterioze și izolarea culturii prin distanță sau culturi de plante imune față de bacteria respectivă. La acestea, se mai adaugă folosirea în cultură a soiurilor de plante rezistente sau imune față de bacteria respectivă.

Sămînța sau materialul de plantare liber de bacterioză se poate obține din culturile care în urma controalelor fitosanitare s-a constatat că nu sînt contaminate de boală. Boala trebuie să lipsească cu desăvîrșire, pentru că prezența acesteia, chiar într-un procent foarte redus, poate provoca o epifeție puternică. Walker și Patel (1964) au arătat pentru arsura aureolată a fasolei că o epifeție puternică poate rezulta de la numai 12 semințe infectate la un acru (0,4046 ha). Un control mai puțin eficient se poate realiza și prin analiza bacteriologică de laborator a materialului de însămînțare. De asemenea, este bine ca materialul de însămînțare sau de plantare să se procure din acele zone în care boala nu apare, datorită condițiilor climatice nefavorabile. Folosirea de sămînță mai veche, în, sau pe care bacteria a murit, reprezintă uneori o metodă bună.

Materialul de însămînțare sau plantare liber de bacterioze se poate obține și prin diferite tratamente cu produse bactericide (chimice, antibiotice, fitoncide). Mai eficace sînt tratamentele contra acelor boli la care agentul patogen se găsește la exteriorul seminței. În unele cazuri, ele au efect și asupra agentului patogen din interiorul organului respectiv. În acest caz rezultate mai bune se obțin cu antibiotice care au și o acțiune sistemică. Deocamdată însă prețul ridicat al antibioticelor restrînge posibilitatea folosirii lor. Semințele de tomate separate de pulpă după ce aceasta a fermentat au dat rezultate bune în combatarea bacteriei *Corynebacterium michiganense*. Tratamentele fizice (termic, radiații ș.a.) prezintă o eficacitate controversată sau în unele cazuri metoda nu este încă bine pusă la punct. În aceeași situație sînt și tratamentele cu vaccin, ser și bacteriofagi.

Așa cum s-a arătat mai înainte, majoritatea bacteriilor fitopatogene nu rezistă în sol ca atare, ci în resturile vegetale. De aceea trebuie luate măsuri pentru îndepărtarea sau distrugerea acestora. Un rol important în prevenirea bacteriozelor au toate lucrările agrotehnice care favorizează o descompunere mai rapidă a resturilor vegetale. În unele cazuri *(Streptomyces scabies)* acidifierea solului determină diminuarea cantitativă a agentului patogen. În alte cazuri *(Agrobacterium tumefaciens)* acidifierea solului determină pierderea patogenității. Acolo unde este posibil, trebuie aplicată o succesiune rațională a culturilor. Pentru culturi forțate, dezinfectarea instalațiilor și substraturilor respective este obligatorie.

În unele cazuri se obțin rezultate bune prin stropirea plantelor cu produse bactericide. Cele mai multe dintre aceste tratamente au rolul de a proteja planta împotriva infectiilor. Antibioticele cu acțiune sistemică pot avea și ele o acțiune curativă. La aplicarea tratamentelor cu produse bactericide trebuie luat în considerare faptul că în sînul bacteriilor pot apărea populații rezistente față de aceste produse. Prin repicări succesive pe medii de cultură cu doze progresive de streptomicină rezistența bacteriilor față de antibiotic crește considerabil : *Xanthomonas phaseoli* de 400 ori (Carmona-Gomez, 1956) sau de 2 000 ori (Severin, 1964), *Xanthomonas fuscans* de 1 200 ori (Severin, 1964), *Erwinia chrysanthemi* de 200 ori (Pramer, Robinson, Starkey, 1956), *Xanthomonas citri* de 2 500 ori, *Xanthomonas malvacearum* de 1 500 ori (Rangaswami, 1957). Gorlenko și Novik (Gorlenko, 1961) au obținut forme de 4 ori mai rezistente ale bacteriei *Xanthomonas vesicatoria* față de NIUIF-1 (etilmercurfosfat).

Introducerea în cultură a soiurilor rezistente constituie o preocupare actuală a oamenilor de știință, nefiind deocamdată însă realizată la nivelul necesităților. Rezultatele obținute sînt promițătoare, cu toate greutățile mari care se întîmpină. Pînă în prezent s-au obținut soiuri rezistente față de bacteriozele sorgului, bacteriozele fasolei, rîia comună a cartofului ș.a.

Micoze

Din totalul de boli la plantele cultivate şi spontane, micozele reprezintă numărul cel mai mare.

Denumirea de micoză derivă de la grecescul *mykes*, întîlnit încă la Teofrast, sau *mycetes* în transcripţia latină, care a devenit denumirea generică pentru toate ciupercile.

Cunoştinţe despre ciuperci găsim încă la botaniştii din antichitate. Studiul ciupercilor rămîne însă multă vreme un domeniu greu de pătruns. Linné în *Sistema naturae* (1735), a descris un număr destul de mic de ciuperci, afirmînd că în acest domeniu este un haos (Fungorum orde Chaos est.).

Începutul secolului al XIX-lea înregistrează cele mai mari progrese prin însăşi reeditarea operelor lui Linné de către Lunc, în care grupele *Hyphomycetae* şi *Gymnomycetae* au căpătat importanţă cu mult mai mare. În 1801, olandezul Persoon publică lucrarea intitulată *Synopsis methodica fungorum*, în care apare destul de detaliat sistematica ciupercilor şi în care se descriu peste 70 de genuri şi un număr mult mai mare de specii. Tot în această epocă, E. Fries a completat şi lărgit sfera cunoştinţelor date de Persoon prin lucrarea *Systema mycologicum* (1821—1832), în care volumul de material descris ajunge la sute de genuri şi cîteva mii de specii, printre care foarte multe microscopice. Fries face de asemenea paşi înainte şi în ceea ce priveşte sistematica, stabilind 4 clase *(Coniomycetes, Hyphomycetes, Gasteromycetes* şi *Hymenomycetes)*. Această clasificare a fost, desigur, afectată de multe erori, care se datorau în primul rînd dezvoltării slabe a tehnicii microscopice.

La opera de sistematizare a ciupercilor a lui Persoon şi Fries se adaugă, în continuare, contribuţia micologului german Corda, autorul unui atlas în 6 volume, intitulat *Icones fungorum* (1837—1859), în care sînt redate fidel caracterele multor specii de ciuperci şi în special ale celor microscopice.

Către sfîrşitul primei jumătăţi a secolului al XIX-lea iau avînt cercetările privind biologia organismelor vegetale şi se ivesc probleme legate de construcţia celulară, de istoria dezvoltării sau ontogeneză.

Noua etapă în dezvoltarea micologiei se caracterizează deci prin introducerea metodei ontogenetice în cercetarea ciupercilor, inclusiv în studiul şi interpretarea ciclului de dezvoltare a acestora. De asemenea,

ca o rezultantă a introducerii metodei ontogenetice în micologie este schimbarea de poziţie a sistematicei ciupercilor. Prin introducerea cercetărilor privind cultura ciupercilor pe medii în condiţii de experiment, sistematica acestora iese din situaţia în care clasificarea se făcea formal. În acest moment de cotitură în istoria micologiei, un rol important au avut concepţiile lui Darwin. Astfel conţinutul cercetărilor micologice este mai concret, se descoperă interrelaţiile dintre unităţile sistematice şi căile prin care ele au descins (sistema filogenetică).

Fondatorii noii perioade, ai noilor concepţii în micologie şi fitopatologie sînt socotiţi L. R. Tulasne şi A. de Bary. L. R. Tulasne şi fratele său (Ch. Tulasne) au realizat studii importante şi au dat lucrări capitale privind erisifaceele, discomicetele, ustilaginaleţe, uredinalele ş.a. Noile cercetări se concentrează asupra istoriei dezvoltării şi îşi pun ca sarcină cercetarea schimbărilor în cursul ciclului vital al ciupercilor.

Din aceste cercetări, fraţii Tulasne descoperă polimorfismul la ciuperci (însuşirea de a forma diferite tipuri de spori în cursul ciclului biologic), care a dat posibilitatea regrupării poziţiilor sistematice la multe genuri şi specii stabilite anterior.

O contribuţie de cea mai mare importanţă în dezvoltarea micologiei o dă savantul Anton de Bary. Opera sa are la bază cercetări şi concepţii care au determinat un salt calitativ în evoluţia micologiei şi a fitopatologiei în ultima jumătate a secolului al XIX-lea. Primele studii despre unele ustilaginee şi despre alte grupe, ca *Peronosporaceae, Uredineae*, le efectuează înainte de 1850. De Bary demonstrează natura tăciunilor şi este primul care formulează precis că ciuperca de pe planta bolnavă nu este efectul procesului de îmbolnăvire, ci este cauza care determină boala. De la primele cercetări, A. de Bary susţine importanţa primordială a ontogenezei în studierea ciupercilor şi demonstrează necesitatea infecţiilor artificiale în aceste cercetări. Una dintre cele mai importante cercetări ale lui A. de Bary, rămasă clasică, este studierea ciupercii *Phytophthora infestans*, care provoacă mana cartofului. Necesitatea studiului a apărut mai ales în urma dezastrului care s-a produs în Irlanda, unde în perioada 1845—1848 au avut loc invazii catastrofale de mană.

Un alt studiu, de asemenea clasic, îl întreprinde asupra ciupercii *Cystopus candidus*, la care pentru prima dată s-a urmărit, în condiţii experimentale, ciclul de dezvoltare: formarea de conidii, germinarea acestora şi apariţia zoosporilor, germinarea zoosporilor în miceliu pe plantă, urmărirea miceliului intercelular şi haustorii din celule, formarea de fructificaţii, realizarea de noi infecţii etc. În 1865, de Bary aduce la lumină o nouă lucrare epocală referitoare la descoperirea ciclului complet al ciupercii *Puccinia graminis*, stabilind în acelaşi timp necesitatea diferitelor plante-gazdă în procesul de dezvoltare ontogenetică.

Dezvoltînd în mod deosebit metodica de cercetare a ciupercilor, de Bary, deşi cu precădere morfolog, încearcă o clasificare a ciuper-

cilor bazat pe volumul mare de date obținute în studiul multor reprezentanți din toate grupele de ciuperci.

Epoca determinată de de Bary prin opera sa impunătoare se continuă prin cei peste 90 de elevi ai săi din diferite țări din Europa și din alte continente.

Dintre continuatorii de seamă a lui de Bary, poate fi citat M. Woronin, care a adus contribuții însemnate la studiul dezvoltării ascomicetelor și în special la studiul privind evoluția proceselor și organelor sexuale ale acestora. De asemenea, el a contribuit la cunoașterea genului *Sclerotinia* și a ciupercilor care produc rugini la plante și a făcut studii deosebit de importante asupra herniei verzei, descriind agentul patogen *Plasmodiophora brassicae*.

Un alt continuator al lui de Bary a fost O. Brefeld, care în unele probleme privind sexualitatea la ciuperci a fost în contradicție cu de Bary. Brefeld a contribuit foarte mult la desăvîrșirea metodelor pentru cultura ciupercilor pe medii artificiale și a studiat ustilaginalele în cele mai adînci detalii de morfologie și biologie, studii care au servit de-a dreptul la organizarea măsurilor de combatere a acestor paraziți (tratarea chimică a semințelor și altele).

Dintre elevii lui de Bary, mai pot fi de asemenea citați Faumizin, Fischer, Kamenskii, Millardet, Magnus, Jaczewski și mulți alții.

În paralel, în a doua jumătate a secolului al XIX-lea și mai departe, la începutul secolului al XX-lea au fost efectuate și alte cercetări care au contribuit la dezvoltarea micologiei și a fitopatologiei. Astfel sînt cunoscute cercetările lui Frank, care a descoperit fenomenele de micoriză și a dezvoltat cunoștințele în acest domeniu, cercetările lui Hartig asupra ciupercilor care produc boli la arborii de pădure, ale lui Eriksson asupra uredinalelor. Acesta a stabilit fenomenul deosebit de important pentru fitopatologie — apariția formelor și raselor de rugini —, problemă care a căpătat apoi o mare dezvoltare în America în școala lui Stakman. Lui Eriksson îi aparține de asemenea teoria micoplasmei, prin care susținea că ciuperca se poate transmite de la o generație la alta a plantei-gazdă sub formă de plasmă. Această teorie însă nu a cucerit adepți, neputînd fi deci demonstrată practic.

Sînt importante și trebuie remarcate lucrările de floristică și de sistematica ciupercilor, efectuate și publicate în a doua jumătate a secolului trecut și în primele decenii ale secolului nostru.

În această perioadă s-au făcut studii ample asupra florei micologice din Germania, Austria și Elveția, care s-au publicat într-o lucrare editată într-un număr de 13 volume de către Rabenhorst, intitulată *Kryptogamen Flora von Deutschland, Oesterreich und der Schweiz.*

Această lucrare servește și astăzi ca ghid pentru studiul și determinarea ciupercilor.

O importanță deosebită prezintă însă lucrarea monumentală, intitulată *Sylloge Fungorum omnium hucusque cognitorum*, scrisă de Saccardo începînd din 1882 și a cărei publicare s-a continuat și după moartea acestuia, pînă în 1931. Această lucrare reprezintă diagnoza latină la aproximativ 75 000 de specii de ciuperci, constituind și în prezent ghidul cel mai important în cercetările de floristică micologică. Cercetările fecunde din secolul trecut, continuate pînă în zilele noastre, au facilitat colectarea de material biologic pentru întocmirea de ierbare micologice, dintre care, ca mai importante, citām: De Thümen — *Mycotheca universalis*; Rabenhorst — *Fungi europaei*; Saccardo — *Mycotheca italica*; Bucholtz et Bondarzev — *Fungi rossici* exiccati; Sydow — *Mycotheca germanica*; Cooke — *Fungi britanici*; Liro — *Mycotheca Fennica* etc.

Materialul floristic și cercetările de sistematică, ecologie și biologie facilitează apariția unor opere de anvergură, cum sînt lucrările lui Gäumann: *Vergleichende Morphologie der Pilze* — 1926 și *Die Pilze* — 1949 și 1964; Kursanov: *Mikologia* — 1940; Moreau: *Les Champignons* — 1953 I și 1954 II.

În afară de lucrări de sinteză ca cele de mai sus, mulți cercetători publică lucrări monografice, cum sînt: *Monographia uredinearum* (Sydow); *Monografia genului Peronospora* (Gäumann); *Ustilaginalele din U.R.S.S.* (Gutner); două monografii ale genului *Fusarium* de Wollenweber și a doua de Railo, *Erysiphaceele* de Salmon ș.a.

Mare amploare au luat cercetările de genetică, citologie, fiziologie și îndeosebi problemele de sexualitate. Dintre cercetătorii mai fecunzi în aceste direcții pot fi citați: Dangeard, Lilly, Barnett, Claussen, Kniep, Blakeslee, Moreau, Harper ș.a.

Sistematica ciupercilor a constituit în toate timpurile un obiect de dispută, existînd mereu, ca și în prezent, diferite sisteme.

Sistema filogenetică pe care se bazează schema de clasificare a lui Gäumann a căpătat cea mai largă aprobare a specialiștilor din toate țările, inclusiv din România.

Clasificarea din lucrarea de față urmărește în mare sistema lui Gäumann, publicată în *Die Pilze* în 1964.

În România, micologia a început să se dezvolte mult mai tîrziu. Primele însemnări le întîlnim la unii micologi străini la începutul secolului al XIX-lea (Fuss, Schur, Kanitz, Simonkai, Römer).

Cercetări organizate și publicații ale micologilor români se înregistrează numai în secolul nostru. Astfel, lucrări de micologie au publicat Al. Popovici, I. Constantineanu, M. Brândză, C. Petrescu, N. Iacobescu, G. Ionescu și alții.

Cercetările micologice au căpătat un ritm accelerat prin inițiativa lui Traian Săvulescu, care a organizat cercetări proprii, a îndrumat și a pregătit o întreagă școală de micologi și fitopatologi, realizîndu-se în ultimele 3—4 decenii un număr considerabil de cercetări

originale și publicații științifice. Astfel, din 1929 s-a început elaborarea exicatei de ciuperci *Herbarium Mycologicum Romanicum*, din care au apărut 34 de fascicule cu cîte 50 de specii de ciuperci și cu care se face un schimb larg cu alte instituții de specialitate.

Lucrările micologice românești din trecutul apropiat, cît și cele care se efectuează în prezent au un caracter orientat, ele fiind în primul rînd în slujba înlăturării pagubelor la plantele cultivate.

Organizarea actuală a cercetătorilor în colective puternice de micologi în cadrul Academiei Republicii Socialiste România și la catedrele universităților, pe de o parte, și de fitopatologi în cadrul cercetării departamentale și la institutele agronomice va face să se reanimeze activitatea micologică și fitopatologică, aceasta ca urmare a condițiilor create prin progresul științific și economic înregistrat în țara noastră.

CARACTERELE GENERALE ALE CIUPERCILOR

Morfologia ciupercilor

Ciupercile au un aparat vegetativ — tal — lipsit de clorofilă, care poate fi constituit dintr-o singură celulă (tal monocelular) sau din mai multe celule (tal pluricelular).

Celula ciupercilor inferioare este alcătuită dintr-o masă protoplasmatică și nuclei; în funcție de gradul de evoluție al ciupercilor, celula poate fi dotată cu membrană de formă și grosime foarte diferite, cu sau fără structură deosebită, de cele mai multe ori incoloră, putînd fi însă diverș colorată în alb, galben, roșu, brun și negru.

Compoziția membranei celulare este de asemenea diferită; frecvent se întîlnesc membrane celulozice cu conținut de caloză, iar la unele pentru o mai bună protecție se întîlnește un grad diferit de chitinizare *(Boletus)*; la celulele de *Saccharomyces*, membrana conține și hemiceluloze, iar alte ciuperci au membrana impregnată cu acizi grași și cristale, ceea ce o face mai puțin penetrantă.

Conținutul celular este format dintr-o masă citoplasmatică, hialină către exteriorul celulei și cu aspect granular către interior. Citoplasma diferitelor celule care alcătuiesc talul ciupercii se găsește în contact intim prin punți de legătură ce se formează prin membranele celulare, astfel că modificările citoplasmatice sînt uniforme la același organ al individului. Citoplasma conține condriozomi (incluziuni de formă alungită, filamentoasă sau granulară) și una sau mai multe vacuole, provenite din regruparea vacuolelor mici, pe măsura îmbătrînirii celulei. În masa citoplasmatică se mai întîlnesc, de asemenea, hidrați de carbon, în special glicogen, formații uleioase, fitosterine, fosfatide, acizi organici etc.

În celulă, precum și în alte formații miceliene, se întîlnește un număr variabil de nuclei. Nucleii îmbracă forme diferite (sferică, ovoidă), putîndu-se modifica în timp, avînd dimensiuni de la sub 1μ și pînă la peste 20μ. Nucleul conține în interior nucleoplasma cu unul sau mai mulți nucleoli și granule de cromatină.

De asemenea, în nucleu se găsește dotația cromozomală, care este în general redusă. Numărul cromozomilor variază în cadrul diferitelor genuri și specii de la 2 pînă la 16.

Miceliul este propriu-zis masa vegetativă a ciupercilor și se prezintă sub cele mai variate forme.

Astfel, la ciupercile cele mai puțin evoluate — *Archimycetes* —, miceliul este un protoplast nud monocelular, constituit din citoplasmă și nuclei. La ciupercile mai evoluate, aparatul vegetativ este format în majoritatea cazurilor din hife învelite cu membrană, monocelulare, dar cu mai mulți nuclei, sau pluricelulare. Miceliul neseptat, monocelular se întîlnește la majoritatea ciupercilor din clasa *Phycomycetes*, la care corpul formează așa-zisul sifonoplast (fig. 57), bogat ramificat.

Aparatul vegetativ la cele mai multe din ciuperci este un tal filamentos sau masiv septat (fig. 58).

Hifele miceliene pot fi independente, împletite sau compactate, dînd naștere la formații foarte diferite, cu roluri multiple în viața ciupercilor, așa-zise țesături false sau plectenchime: paraplectenchime, cînd structura țesuturilor de hife este foarte strînsă, densă; prosoplectenchime, cînd țesătura hifelor este mai laxă cu spații libere între ele.

În funcție de formare sau de creștere, ciupercile au plectenchime meristematice sau generatoare, constituite din celule embrionare, cu membrane subțiri, cu conținut bogat în citoplasmă și cu însușirea de a se diviza, însușire care uneori se păstrează permanent, alteori încetează, aceste plectenchime devenind formații miceliene definitive.

Plectenchimele generatoare sînt în general localizate la extremitățile talului și la baza fructificațiilor.

În funcții de protecție se întîlnesc plectenchime formate din hife cu membrana îngroșată, rezistente la intemperii și la contactul cu condițiile externe. Adesea aceste formații nu mai îndeplinesc funcții vitale, iar uneori sînt formate din celule vii, care au un conținut bogat de materii de rezervă. Dintre ele distingem:

1. *Dermul*, constituit din elemente așezate perpendicular pe suprafața organelor ciupercii și care se prezintă de asemenea sub mai multe forme:

— *himeniderm*, cu elementele de constituție foarte apropiate între ele *(Ganoderma lucidum)*:

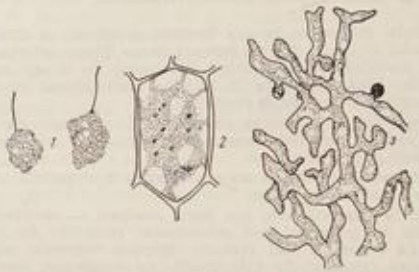


Fig. 57. — Aparatul vegetativ al ciupercilor.
1, zimocplast la ciuperci; *2*, plasmodiu la *Plasmodiophora brassicae* (după Olga Săvulescu); *3*, sifonoplast la *Plasmopora viticola* (după Tr. Săvulescu).

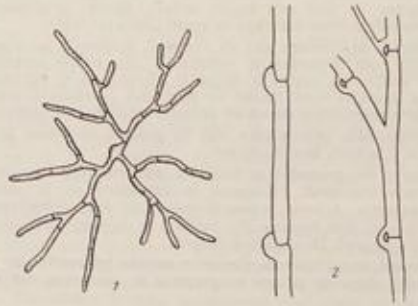


Fig. 58. — Tipuri de tal.
1, la *Ascomycetes*; *2*, la *Basidiomycetes* (după Kuehnow).

— *palisadoderm*, cu elementele de constituție mai laxe, așezate în palisadă *(Lepiota metulaespora)* (fig. 59) ;

— *trihoderm*, alcătuit din formații mai alungite în formă de peri cu ramificații sau simpli *(Inocybe lacera)* ;

— *paraderm*, care se prezintă sub formă pseudoparenchimatică, cu celule poliedrice sau isodiametrice *(Collybia radicata)* (fig. 60).

2. *Cutisul*, constituit din formații așezate paralel cu suprafața organelor ciupercii *(Mycena vitilis, Naucoria)* (fig. 61).

3. *Cortexul*, cu constituție densă, care acoperă sclerocii, apoteciile și alte formații *(Claviceps purpurea)*.

Fig. 59. — Tipuri de derm.
1, palisadoderm la *Lepiota metulaespora*; *2*, trihoderm la *Inocybe lacera* (după Lohwag).

Fig. 60. — Paraderm la *Collybia radicata* (după Olga Săvulescu).

Fig. 61. — Cutis la *Naucoria* (după Lohwag).

În funcția de susținere întîlnim plectenchime mecanice, alcătuite din filamente cu membrana îngroșată, lipsite de conținut și cu rezistență mare la torsiuni, îndoiri, presiune etc.

Funcția de formații conducătoare este îndeplinită de plectenchimele alcătuite din celule vii, cu pereți transversali foarte subțiri și penetrabili (porоși), dispuse în centrul talului.

Funcția de depunere a rezervelor de substanțe hidrocarbonate, apă, substanțe grase, proteice etc., este îndeplinită de plectenchimele adaptate, ca : sclerocii, bulbilii, rizomorfele etc. Substanțele de rezervă se pot depune și în celule adaptate, cum sînt cistidele pentru apă la basidiomicete sau celulele normale în diferite părți ale acestora.

Funcția de eliminare-excreție a apei și a substanțelor rezultate în procesul de metabolism este îndeplinită de celule care aduc la suprafață excesele din organism prin secreție sau prin transpirație.

Funcția de mișcare este îndeplinită de diverse formații, ca și la plantele superioare, întîlnindu-se următoarele forme de mișcare mai importante :

— *tropismele*, mișcări ale organelor orientate către sursa de excitare. După natura excitantului, întîlnim forme de geotropism, fototropism, chimiotropism, hidrotropism etc. Mișcările chimiotropice sînt mai frecvente la ciuperci, ele avînd un rol important în biologia acestora ;

— *nastiile*, mișcări neorientate, fără excitanți din afară și care se întîlnesc frecvent la detașarea fructificațiilor, la proiectarea sporilor de ciuperci de pe stratul pe care s-au format ;

— *tactismele*, mișcări orientate, determinate de factori externi, care nu sînt în legătură cu creșterea ; astfel deosebim fototactisme, chimiotactisme ș.a., întîlnite adesea la formațiile mobile ale ciupercilor, cum sînt zoosporii.

Funcția de absorbție a apei și a substanțelor nutritive, fie în cazurile de saprofitism — de pe substraturile moarte, fie în cazurile de parazitism — de pe țesuturile vii, este îndeplinită de formații speciale, constituite din celule moarte sau care mai au funcții vitale. În cazul ciupercilor saprofite, aceste formații se numesc rizoizi și se găsesc înfipți în substrat ; de regulă sînt ramificați și au constituție mono sau pluricelulară. La ciupercile parazite, funcția de absorbție este îndeplinită de formații numite haustori. Aceștia pătrund în celulele țesuturilor parazitate și absorb prin osmoză apa și substanțele plastice necesare creșterii și dezvoltării. Forma cea mai frecvent întîlnită la haustori este de balonaș, dar pot fi și ramificați, spiralați etc.

Pentru asigurarea perpetuării speciilor la multe ciuperci întîlnim formații miceliene, prin care ciuperca rezistă intemperiilor climatice, precum și altor condiții de mediu. Dintre formele de rezistență mai importante se pot cita :

— *stroma*, o țesătură densă de filamente miceliene cu membrane îngroșate, formînd adesea crustă, fără o structură diferențiată, săracă în apă și bogată în substanțe de rezervă ;

— *sclerotiul*, de asemenea o formație alcătuită dintr-o împletire de hife miceliene foarte compactă — paraplectenhimatică — la exterior și mai puțin densă — prosoplectenhimatică — în interior. Forma și mărimea sclerotilor sînt foarte diferite, în funcție de specia și mai ales de condițiile de mediu, de substratul pe care se formează. Sclerotii formează majoritatea speciilor de ciuperci din genul *Sclerotinia*, precum și alte specii din clasele *Ascomycetes* și *Basidiomycetes*. Sclerotii foarte mici sînt adesea numiți bulbili ;

— *rizomorfele*, formații cu aspect de cordoane, asemănătoare unor rădăcini, alcătuite din filamente miceliene bine legate între ele, putînd atinge lungimi de cîțiva metri. Rizomorfele se întîlnesc la ciupercile de sol care atacă rădăcinile, cum sînt cele din genurile *Armillaria*, *Rosellinia* ș.a.

Înmulțirea ciupercilor

Ciupercile reprezintă organisme vegetale cu o capacitate foarte mare de înmulțire, care poate avea loc pe două căi : asexuat și sexuat.

a) **Înmulțirea asexuată.** Reproducerea întregului organism pe cale asexuată se face fie prin fracțiuni de miceliu, fie prin organe cu funcție de înmulțire — spori. O graniță marcantă între aceste două forme nu se poate face.

În cazul înmulțirii vegetative, o porțiune de miceliu mono sau pluricelular regenerează în condiții prielnice și continuă procesele de creștere și dezvoltare. Acest mod de înmulțire este destul de răspîndit în natură și în practică, mai ales în cazul ciupercilor comestibile, unde cultura se realizează prin miceliu produs industrial. Sînt cazuri frecvente, cînd din miceliu, porțiuni sau celule se detașează și reproduc întregul organism. Asemenea cazuri se pot observa la drojdii care înmuguresc și la ciupercile care produc fructificații de tip oidium — lanțuri de celule între care apar septe și se individualizează, cum e cazul la ascomicete (fig. 62). Alte forme de înmulțire vegetativă sînt

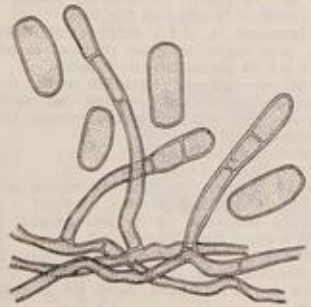


Fig. 62. — Fructificații de tip oidium — *Oidium tuckeri* (original).

clamidosporii, care sînt constituiți din porțiuni de miceliu care se înconjură cu o membrană groasă și în condiții favorabile crește și reproduce întregul organism. Înmulțirea prin clamidospori se întîlnește la unele ascomicete și de asemenea la ustilaginale.

În cazul înmulțirii asexuate prin organe speciale, ciupercile în anumite condiții de mediu și legat de evoluția lor produc spori care după locul lor de formare, modul de mișcare, formă etc. sînt diferiți :

— *spori endogeni*, care se formează în interiorul celulelor sau al unor organe denumite sporangi *(sporangiospori)* ;

— *spori exogeni*, care se formează la suprafața organelor pe care se susțin denumiți conidiofori *(conidii)*.

Formarea de sporangiospori este proprie la ciupercile inferioare, iar conidiile se formează cu precădere la ciupercile superioare și la fungi imperfecți. Trecerea de la sporangiospori la conidii este legată în special de adaptarea ciupercilor prin trecere de la mediul acvatic la mediul uscat. Așa se și explică că la ciupercile superioare adaptate pentru viața în mediu uscat forma de conidie a rămas elementul aproape unic în înmulțirea asexuată prin spori.

Sporii de tip endogen sînt de cele mai multe ori flagelați (planospori). Sînt însă și cazuri de ciuperci la care sporii endogeni nu sînt dotați cu organe de mișcare *(aplanospori)*.

Sporularea de tip exogen (conidial) prezintă o variație mai mare. Aici înșiși sporii sînt diferiți ca formă, ca ornamentație și ca număr de celule (fig. 63). Formații diferite prezintă și conidioforii, aceștia putînd fi simpli sau ramificați, ramificațiile adesea după așezare și formă constituind elemente de diagnoză (fig. 64).

Conidia se formează la vîrful conidioforului sau al unei ramificații a acestuia, prin îngroșarea unei porțiuni și prin apariția unei septe, care o separă și îi dă posibilitatea de detașare.

Uneori, pe un conidiofor se formează numai o singură conidie, alteori în locul conidiei căzute se formează una nouă, și procesul se repetă. Sînt însă specii de ciuperci care formează lanțuri de conidii, iar aceste lanțuri sînt de două feluri :

— lanțuri conidiale de tip *bazipetal* ;

— lanțuri conidiale de tip *acropetal*.

Lanțurile de tip bazipetal se formează mereu la terminația conidioforului, astfel că, întotdeauna, conidia din vîrf e cea mai bătrînă și cea mai mare. Un asemenea tip de lanț conidial întîlnim la *Erysiphaceae (Oidium)*, la genul *Penicillium* ș.a.

Lanțurile acropetale se formează avînd mereu prima conidie la bază (terminația conidioforului), astfel încît conidia din vîrful lanțului este cea mai tînără și cea mai mică. Acest tip se întîlnește la *Macrosporium, Alternaria*.

La înmulțirea asexuată, o mare importanță are felul cum sînt grupați conidioforii, care în mod obișnuit se pot împărți în 3 categorii : coremie, acervul și picnidie (fig. 63).

— *Coremia* este gruparea conidioforilor în mănunchiuri sau tufe strîns legate, fiecare conidiofor purtînd conidii în vîrf ; coremia în general are aspect de coloană și se întîlnește la *Stysanus, Sphaerostilbe* ș. a.

Fig. 63. — Diferite tipuri de conidii (după Kursanov).

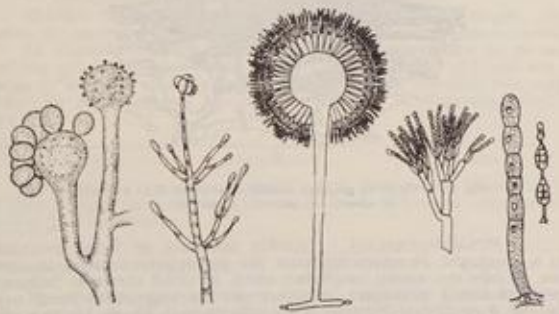


Fig. 64. — Diferite tipuri de conidiofori (după Kursanov).

— *Acervulul* constituie o împletire plată de hife, al căror strat superior adesea se numește himeniu, pe care sînt amplasați conidioforii de obicei scurți și purtători de conidii în vîrf; tipuri de acervuli întîlnim la *Gloeosporium*, *Coryneum* ș.a.

Fig. 65. — Tipuri de grupare conidioforilor (după Kursanov): *1*, coremie; *2*, acervul; *3*, picnidie.

— *Picnidia* reprezintă o formație miceliană de formă rotunjită, cu o membrană paraplectenhimatică sau prozoplectenhimatică în interior, pe care sînt așezați conidiofori scurți, în vîrful cărora se formează sporii, denumiți picnospori, stilospori sau spermogonii în cazul uredineelor. Picnidii tipice întîlnim la genurile *Septoria*, *Phoma* ș.a. În modul de așezare a picnidioforilor există forme de tranziție de la coremie la acervul și de la lojă la picnidie.

Înmulțirea asexuată la ciuperci este mult răspîndită în natură și este întîlnită cu preponderență în faza haploidă. De aceea, ea este tipică pentru ciupercile din clasa ficomicetelor, la care aproape toate stadiile cu excepția zigoților se parcurg în faza haploidă. Este frecventă și la ascomicete, unde de asemenea predomină faza haploidă, cît și la fungii imperfecți, unde înmulțirea sexuală nu este cunoscută. La basidiomicete este întîlnită mai puțin, deoarece pe parcursul vieții predomină faza diploidă.

b) **Înmulțirea sexuată.** La ciuperci, înmulțirea sexuată este legată în primul rînd de modificările de faze ale nucleilor, acestea prezentînd o mare variație de tipuri în funcție de gradul și tipul de evoluție al diferitelor grupări.

La ciupercile inferioare (archimicete și ficomicete), rezultatul procesului sexual este un spor care aproape totdeauna este un spor de rezistență. Acesta, prin germinare, dă fie un miceliu vegetativ, fie mai frecvent un *sporangiu* cu un conținut mare de spori (sporangiospori).

La ciupercile superioare (ascomicete și basidiomicete), din procesul sexual nu rezultă imediat un spor; mai întîi are loc o perioadă de existență în stadiul diploid, la capătul căruia rezultă organe sporogene, în care se găsesc sporii destinați înmulțirii. Rezultatul dezvoltării fazei diploide reprezintă un dicariofit prin care numărul de organe sporogene se mărește, și, ca urmare, posibilitatea de înmulțire este și ea mai mare.

În procesul sexual se deosebesc două etape:

— *plasmogamia* (P), care constă în contopirea citoplasmelor celor doi parteneri;

— *kariogamia* (K), în care are loc fuzionarea nucleilor.

Celulele în care se produce kariogamia se numesc *zeugite*, iar acelea în care are loc reducerea cromatică se numesc *gonotoconte*.

La ciuperci, procesele de plasmogamie și de kariogamie nu au loc simultan sau la intervale foarte scurte. Cu cît ciupercile sînt mai evoluate, cu atît intervalul de timp între aceste două momente este mai mare. De aceea schema alternanțelor de faze la ciupercile inferioare este:

PK — B

Haplofaza — Diplofaza — Haplofaza

La ciupercile mai evoluate există o fază intermediară (dikariofază), în care nucleii rămîn separați un timp după fuzionarea citoplasmei, schema fiind următoarea:

P — K — B

Haplofaza — Dikariofaza — Diplofaza — Haplofaza

Evoluția procesului sexual la ciuperci este strîns legată de evoluția modului de viață al acestora, de la mediul acvatic la forme de trecere, pînă la adaptarea în condiții de uscat, precum și de la modul de nutriție saprofitic la parazitism.

Multitudinea de forme în sexualitatea ciupercilor nu este ruptă, ele reprezentînd un lanț evolutiv, pe care Hartmann și Gäumann îl reprezintă într-un tablou schematic, în care se disting 4 tipuri fundamentale, și anume : *Amfimixis, Automixis, Pseudomixis* și *Apomixis*, fiecare cu mai multe forme de procese sexuale.

1. *Amfimixis* — copularea a două celule sexuale neînrudite între ele :

— *merogamie* sau *gametogamie* — copularea are loc între gameți *(Synchytrium, Olpidium)* ; — *gametangiogamie* (gametangie) — copularea are loc între gametangii, în care nu se mai individualizează gameții *(Zygomycetales, Peronosporaceae, Ascomycetes)* ;

— *hologamie* — întreg corpul vegetativ se transformă într-un gametangiu *(Poliphagus)*.

2. *Automixis* — copularea a două celule sexuale înrudite sau a doi nuclei sexuali :

— *partenogamie* — copularea are loc între două celule ale filamentului ascogonal *(Ascobolus citrinus)* ;

— *autogamie* — copularea nucleilor sexuali *(Humaria granulata)*.

3. *Pseudomixis* — copularea a două celule vegetative :

— *pseudogamie* sau *somatogamie* — copularea a două celule vegetative ale micelilului *(Corticium serum)* ;

— *pedogamie* — copularea are loc între o celulă matură și una tînără *(Saccharomycetae)* ;

— *adelfogamie* — copularea are loc între celula-mamă și celula-fiică *(Zygosaccharomyces chevalieri)*.

4. *Apomixis* — dispariția copulării și dezvoltarea celulelor sexuale mai departe pe cale vegetativă :

— *partenogeneza* — dezvoltarea celulelor sexuale haploide ;

— *apogamie* — dezvoltarea celulelor sexuale diploide.

Analizînd diferite grupe de ciuperci în ordinea lor evolutivă, găsim că la cele inferioare, care trăiesc în mediul acvatic, în procesul de înmulțire sexuată, copularea este o merogamie sau gametogamie *(Archimycetes, Chytridiales, Blastocladiales)*.

Merogamia, fiind obligat legată de mediul acvatic, se mai întîlnește la cele mai multe alge, de pildă la *Bryophyta, Pteridophyta* și la unele *Gymnospermae (Cycadales* și *Ginkoales)*.

Pe scara evoluției, la *Zigomycetales — Mucoraceae*, la *Oomycetales-Peronosporaceae, Saproliguiaceae*, modul de copulare la înmulțirea sexuată este o gametangiogamie. Această formă se întîlnește și la ascomicete, însă destul de rar.

Așa cum se constată din schemă, procesul sexual la *Ascomycetes* se reduce, ajungînd la *Basidiomycetes*, unde copularea are loc cel mai frecvent prin somatogamie și apogamie.

Evoluția spre ștergerea diferențierilor morfologice reprezintă o simplificare biologică și este o rezultantă a adaptării la condițiile de viață de la mediul acvatic la cel terestru. Diferențierile morfologice sînt înlocuite cu fenomenul de heterotalism, în care polaritatea sexuală se poate determina numai punînd în contact micelii de sex diferit.

La înmulțirea sexuală, produsul copulației este denumit *zigot*, la arhimicete poartă numele de *zigospor*, la ficomicete — *oospor*, la ascomicete — *ască* și la basidiomicete — *basidie*. Ca și la înmulțirea asexuată, unde găsim ca organe principale de înmulțire sporangiospori și conidii, și la înmulțirea sexuată, în final, avem tot spori destinați înmulțirii. Diferența rezidă în aceea că formarea sporilor din înmulțirea sexuată este precedată de reducerea cromatică a nucleului diploid. Prin aceasta, sporii din înmulțirea sexuată au o sarcină ereditară mai bogată, o dată cu procesul sexual apărînd noi combinații mai viabile, cu o variabilitate mare și cu un potențial de adaptare sporit. Acesta de fapt este simburele rațional al întregului proces sexual. Așa se explică apariția de specii noi de agenți patogeni, plasticitatea mare a unor agenți patogeni pentru a diferenția forme, biotipuri, rase fiziologice, ceea ce complică procesul de stabilire a sortimentului de plante cultivate rezistente la atacul paraziților.

Chimismul și fiziologia ciupercilor

Compoziția chimică. Ciupercile au o compoziție chimică, caracterizată printr-un conținut bogat în proteine și în alte substanțe azotoase, în hidrați de carbon, în grăsimi și în substanțe extractive. Talul și organele de reproducere au de asemenea un conținut mare de apă. În scleroți, apa se găsește în proporție de 5—10%, iar în spori, micelțu și mai ales în fructificațiile ciupercilor mari (macromicete), conținutul în apă variază de la 50—60% pînă la 90%.

În ceea ce privește proteinele și alte substanțe azotoase, cea mai mare parte din acestea aparțin grupelor greu solubile și greu asimilabile de către organismele animale. Dintre substanțele azotoase, ciupercile conțin aminoacizi, cum ar fi : leicina mai ales în scleroți, tirozina, histidina, arginina, guanidina ș.a. De asemenea, ca produse de dezagregare ale proteinelor și ale aminoacizilor, rezultă un conținut nu prea mare de amine și substanțe purinice. Importanță mare prin conținutul ei o are ureea, care uneori reprezintă pînă la 13% din substanța uscată a fructificațiilor ciupercilor. După cercetările lui Ivanov, citat de Kursanov (1940), ureea se formează ca produs de descompunere a argininei, a guanidinei și a altor aminoacizi în procesele de dezasimilație. În acest caz este socotit ca element de excreție și este eliminat de către ciuperci în mediul înconjurător. Ciupercile mai conțin de asemenea și alte substanțe azotoase, cum ar fi trimetilamina în compoziția ciupercii *Tilletia tritici* și a altor ustilaginee, betonina, în compoziția scleroților de la cornul secării etc.

În afară de substanțe azotoase, ciupercile au un conținut bogat de hidrați de carbon și de alte substanțe înrudite acestora. Dintre substanțele hidrocarbonate de rezervă, ciupercile în general nu conțin amidon. În compoziția ciupercilor se întîlnește însă frecvent un alt polizaharid — glicogenul $(C_6H_{10}O_5)n$, care, găsindu-se în protoplasmă, imprimă acesteia un caracter sticlos, iar prin reacția cu iodul face să se obțină o colorație specifică roșie-brună. Dintre zaharurile simple, foarte frecvent se întîlnesc: glucoza, deși în cantități nu prea mari, apoi micoza sau tregaloza $(C_{12}H_{12}O_{11})$ și manita $(C_6H_{14}O_6)$, substanță apropiată hidraților de carbon.

Conținutul în substanțe de natură lipidică este foarte redus la ciuperci, el reprezentînd abia 1—2% din substanța uscată, cu excepția unor scleroți și în special cornul secării, în care grăsimile ajung pînă la 30—35%. Starea în care se găsesc lipidele în cele mai frecvente cazuri este lichidă și ele se descompun cu ușurință în acizi grași. În afară de acizi grași, ciupercile mai conțin și alți acizi organici, cum ar fi acidul oxalic $(C_2H_4O_2)$, acidul malic $(C_4H_6O_5)$, acidul citric $(C_6H_8O_7)$ și mulți alții.

Conținutul în cenușă reprezintă în medie 10% din greutatea uscată a ciupercilor; predomină potasiul sub formă de K_2O (pînă la 50%) și, în măsură mai mică, fosforul sub formă de P_2O_5 în jur de 30%. Alte substanțe frecvente în conținutul cenușii sînt NaO_2 (0,5—2%), CaO (0,5—5%), SO_2 (2—5%), precum și alte elemente în cantități foarte mici, cum sînt: Mg, Fe, Al, Mn, Si, Cl etc.

Nutriția ciupercilor. Ca organisme vegetale fără clorofilă, ciupercile nu-și pot acoperi necesarul de carbon din combinațiile anorganice, folosind pentru aceasta substraturile organice.

Ciupercile își asigură elementele necesare proceselor vitale diferit, atît din compușii organici, cît și din cei anorganici, în funcție de poziția în scara evoluției. Astfel se disting ciuperci monofage, care sînt adaptate la un cerc foarte restrîns de surse pentru nutriție și ciuperci polifage, care au posibilități mult mai mari de adaptare la o variație bogată de substraturi. În categoria ciupercilor monofage se pot enumera în primul rînd cele parazite cu specializare foarte îngustă, cum sînt ustilaginee, uredineele, peronosporaceele s.a., precum și unele ciuperci saprofite, drojdii și chiar unele himenomicete, care nu se dezvoltă decît pe substraturi determinate.

Dintre elementele de nutriție, carbonul, azotul, hidrogenul, oxigenul sînt considerate elemente de bază. De asemenea sînt necesare în cantități mari fosforul, siliciul, sulful, potasiul, sodiul, calciul, magneziul, fierul. În procesul de nutriție mai sînt necesare însă o serie de elemente (borul, florul, cobaltul, manganul, nichelul etc.) în cantități foarte mici (microelemente), a căror prezență este uneori obligatorie în procesele de asimilare. Unele metale, cum sînt: mercurul, cuprul, zincul, plumbul, argintul, platina ș.a. devin toxice pentru ciuperci mai ales cînd se găsesc în cantități mari.

Nutriția cu carbon la ciuperci se face în principal prin asimilarea zaharurilor simple, mai ales glucoza și fructoza. La foarte multe ciuperci, zaharoza poate servi de asemenea ca izvor de carbon; sînt însă și ciuperci care, fiind lipsite complet de invertază, nu pot folosi zaharoza, situație întîlnită la *Torula*, *Mycoderma*, precum și la unele himenomicete. Polizaharidele și mai ales amidonul pot fi adesea folosite ca sursă de carbon cu condiția ca ciupercile să conțină fermenții necesari (amilaza în cazul amidonului), cu ajutorul cărora să le transforme în zaharuri simple. De asemenea ciupercile care conțin citaza folosesc ca sursă de carbon și celuloza.

Alcoolii, grăsimile, acizii grași, unele hidrocarburi (metanul), precum și o serie de derivați ai petrolului pot servi de asemenea ca sursă de carbon pentru ciuperci.

În afară de substanțele fără azot, mai pot servi ca sursă de carbon o serie de substanțe azotoase, cum ar fi proteinele, peptonele, aminoacizii etc.

Nutriția cu azot a ciupercilor se face fie folosind surse cu azot organic (proteine, aminoacizi, peptone, amine, amide), fie surse cu azot anorganic (azot amoniacal, nitriți, nitrați, precum și azotul din aer). Sursa cea mai importantă de azot o constituie sărurile de amoniu care pătrund foarte ușor în celulă și sînt folosite la sintetizarea aminoacizilor din care se construiesc moleculele proteice. De remarcat că sursele de azot pentru ciuperci sînt cu atît mai accesibile, cu cît acestea pot ajunge mai repede și mai ușor la azotul amoniacal. Amoniacul ca atare este dăunător ciupercilor, mai ales cînd rămîne liber, ca urmare a faptului că din combinațiile organice este luat carbonul.

Hidrogenul și oxigenul, necesare proceselor de nutriție, la ciuperci sînt luate în principal din apă. Elementele minerale (K, Mg, Ca, P, S, Fe, Zn, Mn etc.) sînt asigurate ciupercilor din sărurile minerale sau din produsele de descompunere ale compușilor organici. Aceste elemente se găsesc în celulă fie în stare de săruri minerale, unele avînd rol de catalizatori, fie în compoziția substanțelor organice, care compun talul și organele de reproducere.

Metabolismul ciupercilor. Ciupercile sînt prin excelență organisme heterotrofe și s-ar părea că în procesele metabolice predomină fenomenele de catabolism, deoarece, fie în condiții de saprofitism, fie în condiții de parazitism, acestea iau elementele nutritive gata sintetizate. În corpul ciupercilor au însă loc procese de anabolism, de sinteză a unor compuși, uneori destul de complicați. Reacțiile anabolice sînt endotermice și rezultă din procesele de oxidare independente de funcția

respiratorie. Rezultat al proceselor metabolice sînt o serie de produse ca glucide, lipide ş.a.

În afară de nutriţie şi de alte fenomene anabolice prin care ciupercile îşi construiesc masa micelianâ şi organele de reproducere, există şi procese inverse, de oxidări, de dezasimilaţie, procese catabolice în funcţiile vitale ale organismului.

Ca rezultat al proceselor catabolice se produce energia necesară în procesul de creştere şi dezvoltare.

Practic este greu să se delimiteze precis procesele de asimilaţie, pe de o parte, şi de dezasimilaţie, pe de altă parte.

Respiraţia la ciuperci este principalul tip de funcţie catabolică la fel ca şi la alte organisme vegetale. În timpul respiraţiei, substanţele organice se oxidează, rezultînd apă, bioxid de carbon, şi se redă energia acumulată în procesele de sinteză.

În procesele respiraţiei sînt oxidate diferite grupe de substanţe organice cu şi fără azot. În marea majoritate a cazurilor, materialul cel mai comun proceselor respiratorii îl constituie hidraţii de carbon, de unde şi necesitatea ca în substraturile de creştere şi dezvoltare ale ciupercilor să se asigure suficiente rezerve de hidrocarbonate.

Energia de respiraţie la ciuperci se determină prin cantitatea de CO_2 eliminată în unitatea de timp sau după cantitatea de oxigen consumată în procesul de respiraţie.

În general, ciupercile se caracterizează printr-o energie respiratorie mare atît datorită faptului că în masa ciupercii nu există balast celular sau celule moarte care să nu ia parte nemijlocit la procesele vitale, cît şi datorită faptului că stadiile pregătitoare proceselor de dezasimilaţie reprezentate prin reacţii de hidroliză a polizaharidelor şi a altor substanţe sînt uşurate sau înlăturate prin acţiunea enzimelor care se produc nu numai în celulă, ci şi exogen în mediul care înconjoară miceliul (K u r s a n o v, 1940). Energia eliberată de ciuperci în procesul de respiraţie este parţial folosită pentru nevoile proprii ale organismului, restul fiind pusă în libertate sub formă de căldură în mediu, ceea ce se constată în mod evident prin ridicarea temperaturii mediilor de cultură şi chiar a corpului ciupercii.

În procesele de metabolism, ciupercile se caracterizează printr-o bogată activitate enzimatică, care le facilitează procesele de nutriţie atît în mediul saprofit, cît mai ales în cel parazit.

Regimul de temperatură. Ciupercile, ca şi alte organisme, sînt puternici stimulatori de energie. Biologia ciupercilor — nutriţia, dezvoltarea, reproducerea, răspîndirea — este strîns legată de condiţiile de mediu. Astfel, viteza tuturor reacţiilor şi a proceselor este dictată de amplitudinea variaţiilor factorilor de mediu, printre care temperatura joacă un rol hotărîtor. Legat de evoluţia istorică a fiecărei specii, dezvoltarea ontogenetică poate avea loc între anumite limite ale temperaturii (minimum şi maximum), denumite praguri şi cu un maximum de energie în dezvoltare în jurul unor valori aşa-zise temperaturi optime. Caracteristică pentru ciuperci este posibilitatea mare de adaptare — de a se dezvolta şi a se răspîndi în condiţii de amplitudine foarte mari de temperatură.

În condiţii nefavorabile de mediu, ciupercile, ca şi bacteriile, pot prezenta forme de rezistenţă capabile să suporte temperaturi scăzute sau ridicate şi cu capacitatea de a porni din nou la viaţă cînd sînt realizate condiţii peste pragurile minime sau sub pragurile maxime proprii fiecărei specii. Pentru practica fitopatologică, în cazul bolilor produse de ciuperci, temperatura constituie un element de o deosebită importanţă, deoarece pentru combaterea lor este necesar să se stabilească momentul declanşării dezvoltării parazitului şi mai ales energia cu care se dezvoltă, aceasta fiind cu atît mai mare cu cît temperatura este mai aproape de optimum. Astfel, sporii ciupercii *Plasmopara viticola* germinează şi pot produce infecţii începînd de la temperatura de 5°C, însă incubaţia nu se termină şi apariţia fructificaţiilor nu are loc dacă nu se realizează cel puţin 7°—8°C, temperatura optimă pentru această ciupercă fiind 18°—20°C. Deci în conducerea măsurilor de luptă este important să cunoaştem mersul temperaturilor, pentru că în funcţie de aceasta ciuperca parazită se dezvoltă mai lent sau mai intens, în funcţie de T° numărul de generaţii este mai mare sau mai mic, iar invaziile pot fi mai mult sau mai puţin păgubitoare dacă au avut loc într-o fază mai timpurie sau mai tîrzie de dezvoltare a plantei-gazdă. Pe bază de studii amănunţite se întocmesc curbele temperaturilor de dezvoltare ale agenţilor patogeni, care servesc operativ în acţiunile de avertizare a tratamentelor.

Regimul de apă. În general ciupercile suportă mai uşor excesul de apă decît lipsa acesteia (seceta). Apa pentru ciuperci, ca şi pentru alte organisme vegetale constituie un important regulator biologic, însă regimul de apă este foarte diferit de la familie la familie, de la gen la gen şi mai ales de la specie la specie. Din acest punct de vedere ciupercile se împart în patru mari grupe :

a) *ciuperci hidatofite*, a căror viaţă are loc în apă în întregime sau aproape în întregime. Pentru aceste ciuperci, apa este factorul principal nu numai pentru funcţiile fiziologice, ci şi pentru mişcare şi răspîndire. Apa sub formă de vapori chiar şi pînă la saturaţie este insuficientă, fiind obligatorie prezenţa ei în stare lichidă.

În această grupă se înscriu saprolegniaceele, multe mico- şi mixochitridiale. Dintre ciupercile superioare se întîlnesc excepţii în această grupă, cum ar fi : *Fusarium aquaeductum*, *Leptosphaeria lemaneae*, *Sphaeronema aquatica* ş.a. ;

b) *ciuperci hidrofite sau higrofite*, care s-au adaptat la viaţa pe uscat, dar mai păstrează însuşiri sau îşi dezvoltă unele stadii în condiţii similare grupei precedente. Ciupercile higrofite se dezvoltă în

atmosferă mai mult sau mai puțin umedă și în anumite momente ale vieții în majoritatea cazurilor sînt prezenți zoosporii capabili de mișcare în apă și care se pot dezvolta numai în apă.

Din această grupă fac parte multe mixo și micochitridiale, care parazitează plantele; sînt de asemenea frecvente specii din pitiacee și peronosporacee. Dintre speciile cu importanță fitopatologică se pot cita: *Synchytrium endobioticum*, *Phytophthora infestans*, *Plasmopara viticola*, *Peronospora tabacina* ș.a.;

c) *ciuperci mezofite*, care necesită în măsură mai mare sau mai mică apă sub formă de vapori fără a avea nevoie obligatorie de prezența apei sub formă lichidă.

O caracteristică legătură cu grupa precedentă constă în aceea că germinarea sporilor se face în condiții mai bune într-o atmosferă saturată cu vapori de apă, iar pentru pornirea proceselor de germinare, picătura de apă constituie un factor accelerator.

Diferența dintre mezofite și celelalte două grupe este aceea că, deși germinația sporilor este accelerată de apa sub formă lichidă, procesele vitale în continuare nu pot avea loc fără oxigenul din aer. Cufundarea sporilor în apă și lipsirea lor de oxigenul din aer împiedică complet germinarea, sau, dacă are loc, aceasta se petrece foarte lent. Din această grupă se pot cita multe ciuperci saprofite și parazite, cum ar fi speciile de *Aspergillus*, *Penicillium*, *Ustilago*, *Puccinia*, *Colletotrichum* etc.;

d) *ciuperci xerofite*, care sînt adaptate la condiții de climat uscat, de secetă excesivă și care se mulțumesc cu cantități minime de umiditate. Din această grupă fac parte multe gasteromicete, ciuperci care produc fumagine (specii de *Capnodium*) ș.a. Dintre ciupercile fitopatogene tipice acestei grupe citām erisifaceele, care produc făinări și care sînt endemice în zonele secetoase. Majoritatea ciupercilor care produc făinări își dezvoltă fructificațiile în optimum la o higroscopicitate apropiată de 60%, pe cînd umiditatea relativă peste 80% în cele mai dese cazuri devine nefavorabilă.

Regimul de lumină. Lumina nu joacă un rol hotărîtor în viața ciupercilor, deoarece acestea sînt lipsite de clorofilă. În marea majoritate a cazurilor, lumina este indiferentă pentru ciuperci, deoarece sporii germinează bine și dezvoltă miceliu atît în prezența luminii, cît și la întuneric.

Astfel se cunoaște că majoritatea ciupercilor se pot dezvolta în profunzimea substraturilor unde lumina este absentă. Sînt, desigur, și cazuri cînd lumina nu este indiferentă pentru anumite specii de ciuperci, cum este cazul la *Merulius lacrymans* sau *Polyporus vaporarius*, care nu formează fructificații dacă nu au o lumină difuză. Aceste specii dezvoltă la întuneric numai miceliu fără a fructifica. Sînt de asemenea specii la care, chiar dacă fructificațiile se formează, acestea sînt sterile

și iau aspecte deformate dacă nu au cel puțin o lumină difuză. Astfel de cazuri găsim la *Lentinus lepideus*, *Polyporus sulfureus*, ș.a. Se întîlnesc ciuperci care nu se mulțumesc numai cu o lumină difuză și care în întuneric manifestă simptome asemănătoare etiolării la plantele superioare. Astfel, în condiții lipsite de lumină, la ciuperca *Collybia velutipes*, fructificațiile se prezintă cu un picior exagerat de alungit, iar pălăria apare ca un rudiment. Sînt cazuri în care fructificațiile ciupercii nu se formează decît în absența luminii (*Plasmopara viticola*).

La unele ciuperci parazite, lumina poate influența indirect dezvoltarea. Astfel, la *Puccinia graminis*, *Melampsora lini*, perioada de incubație crește atunci cînd planta-gazdă este pusă în condiții de întuneric. Aceasta se explică prin dereglarea metabolismului hidraților de carbon, care afectează atît planta-gazdă, cît și parazitul.

CLASIFICAREA CIUPERCILOR

Pentru încadrarea taxonomică a numărului considerabil de specii de ciuperci cunoscute și descrise pînă în prezent (peste 100 000), numeroși micologi au elaborat diferite sisteme de clasificare, între care însă, nici pînă în prezent, nu există un punct de vedere unitar. Lucrările lui Persoon (*Systema methodica fungorum*, 1801) și Fries (*Systema mycologicum*, 1821—1832) marchează începuturile clasificării și nomenclaturii ciupercilor. În primele sisteme de clasificare, diferitele specii de ciuperci erau grupate numai pe baza asemănărilor morfologice, insuficiente însă pentru o grupare riguroș științifică. Pe măsura dezvoltării cunoștințelor privind morfologia comparată și biologia ciupercilor, mai ales a procesului sexual, rezultatele acestor cercetări se reflectă tot mai mult în sistemele de clasificare elaborate. Micologi de seamă ca Greis, Kursanov, Gaümann, Moreau, Săvulescu au adus valoroase contribuții la aprofundarea cunoștințelor privind sistematica și filogenia ciupercilor și la elaborarea sistemelor actuale de clasificare. Diferitele sisteme de împărțire a ciupercilor pe clase, ordine, familii etc. nu reprezintă ceva absolut. Sînt doar forme tranzitorii, și fiecare împărțire constituie doar rezultatul cunoștințelor noastre despre originea și evoluția diferitelor specii și grupuri de ciuperci, dar în același timp și rezultatul unei anumite concepții.

În această lucrare am adoptat concepția lui Gaümann și sistemul său de clasificare (1964).

Clasa Archimycetes

Ciupercile cuprinse în clasa *Archimycetes* se dezvoltă endoparazit, intracelular, au organizare foarte primitivă și sînt adaptate la o viață acvatică sau se dezvoltă ca paraziți ai organelor subterane sau aeriene ale plantelor.

Aparatul vegetativ (talul) este reprezentat printr-un gimnoplast sau un plasmodiu, lipsit de membrană proprie și care se poate transforma în întregime (holocarpic) în organ de reproducere în momentul fructificării.

Ca organe de înmulțire asexuată, ciupercile grupate în această clasă prezintă zoospori uniflagelați sau biflagelați, care se formează în zoosporangi rezultați în urma transformării holocarpice a talului. Înmulțirea sexuată se realizează printr-un proces de gametogamie, adică prin copularea a doi gameți mobili, identici din punct de vedere morfologic (izogametogamie), care se copulează doi cîte doi, dînd naștere unui zigozoospor biflagelat, diploidal.

Ciupercile din clasa *Archimycetes* sînt grupate în patru familii : *Olpidiaceae, Synchytriaceae, Plasmodiophoraceae* și *Woroninaceae (Olpidiopsidaceae)*, care se deosebesc prin aceea că primele două familii prezintă zoospori cu un singur flagel terminal față de ultimele două, ai căror zoospori sînt biflagelați. La familia *Plasmodiophoraceae*, flagelii sînt terminali și neegali, pe cînd zoosporii ciupercilor din familia *Olpidiopsidaceae* prezintă flageli dispuși lateral și egali între ei. În afară de aceasta, la familia *Olpidiaceae* întîlnim un singur zoosporange, în timp ce familia *Synchytriaceae* formează mai mulți.

Familia *Olpidiaceae* cuprinde ciupercile cu organizarea cea mai simplă, al căror aparat vegetativ este caracterizat printr-un tal rudimentar, reprezentat printr-un gimnoplast care se dezvoltă intracelular. Prin transformarea holocarpică a gimnoplastului rezultă un zoosporange, în care se formează numeroși zoospori ovali sau piriformi, prevăzuți cu un singur flagel dispus terminal.

Înmulțirea sexuată are loc prin gametogamie, în care doi zoospori uniflagelați (planogameți) fuzionează, dînd naștere unui zigozoospor biflagelat și care reprezintă singurul stadiu diploid al ciupercilor din această familie. Olpidiaceele nu produc hipertrofii, ci numai unele dezorganizări citoplasmatice ale plantei gazdă.

Dintre ciupercile cuprinse în această familie, importanță fitopatologică prezintă genul *Olpidium*, cu două specii mai importante : *O. brassicae*, care produce înnegrirea și putrezirea plantelor de varză, conopidă și alte crucifere cultivate sau din flora spontană ; *O. radicis (Olpidiaster radicis)*, parazit pe rădăcinile de in, producînd boala numită arsura inului. Caracteristic ciupercilor din acest gen este faptul că zoosporangele prezintă o prelungire tubulară în formă de gît prin care

sînt puși în libertate zoosporii. De asemenea, pe lîngă zoosporangi, aceste ciuperci formează și organe de rezistență, numite akinetosporangi.

Familia *Synchytriaceae* cuprinde ciuperci al căror aparat vegetativ este reprezentat printr-un gimnoplast care trăiește parazit intracelular, producînd hipertrofii la plante. Ca organe de înmulțire asexuată prezintă zoospori uniflagelați, ovali sau piriformi. Ciupercile din această familie se deosebesc de cele din familia *Olpidiaceae* prin faptul că zoosporangii se grupează cîte 7—9 la un loc, formînd sori de zoosporangi (sorosporangi). Înmulțirea sexuată se realizează prin izogametogamie. Planogameții se copulează doi cîte doi, iar produsul de fecundație este un zigozoospor biflagelat diploidal.

Din această familie face parte numai genul *Synchytrium*, care cuprinde mai multe specii, dintre care singura cu importanță economică este *Synchytrium endobioticum*, care produce rîia neagră sau cancerul cartofului. Ciupercile cuprinse în acest gen prezintă atît zoosporangi de vară, cît și zoosporangi de iarnă sau de rezistență (akinetosporangi).

Familia *Plasmodiophoraceae* cuprinde ciupercile al căror aparat vegetativ este reprezentat printr-un plasmodiu multinucleat intracelular, mobil în interiorul celulelor plantei-gazdă (fig. 66). Înmulțirea asexuată se face prin spori imobili (aplanospori), sferici, cu membrană dublă, care au rol de spori de rezistență, și prin spori mobili (zoospori), de formă triunghiulară, biflagelați, diploidali. Flagelii sînt de lungime inegală, cel mai lung fiind inserat apical. Procesul sexuat se realizează prin izogametogamie, iar produsul de fecundație este un zigozoospor. În cadrul acestei familii importante din punct de vedere fitopatologic sînt numai genurile : *Plasmodiophora* și *Spongospora*.

Genul *Plasmodiophora* este reprezentat de ciuperci caracterizate printr-un plasmodiu care se dezvoltă în celulele parenchimatice ale rădăcinii plantelor atacate. Singura specie care prezintă importanță este *P. brassicae*, care trăiește parazit în rădăcinile de varză și a altor crucifere cultivate sau din flora spontană producînd umflarea și îngroșarea exagerată a acestora (gigantism celular).

Genul *Spongospora* este reprezentat prin ciuperci al căror ciclu evolutiv este asemănător cu cel al ciupercilor din genul *Plasmodiophora*. Se deosebesc însă de acestea prin faptul că sporii imobili (de rezistență) derivați din plasmodiul diploidal constituie aglomerări de spori (glomerule sau cistosori). *Spongospora subterranea* este singura specie care prezintă importanță ; ea trăiește parazitar pe cartof, la care produce boala numită rîia făinoasă.

Familia *Woroninaceae (Olpidiopsidaceae)* cuprinde mai ales specii adaptate la viața acvatică, parazite pe alge sau pe alte ciuperci *(Saprolegnia, Achlya)*. Aparatul vegetativ este reprezentat printr-un gimnoplast care evoluează holocarpic într-un zoosporange, în care se formează zoospori (reniformi, biflagelați). Această familie nu cuprinde nici o specie fitopatogenă importantă.

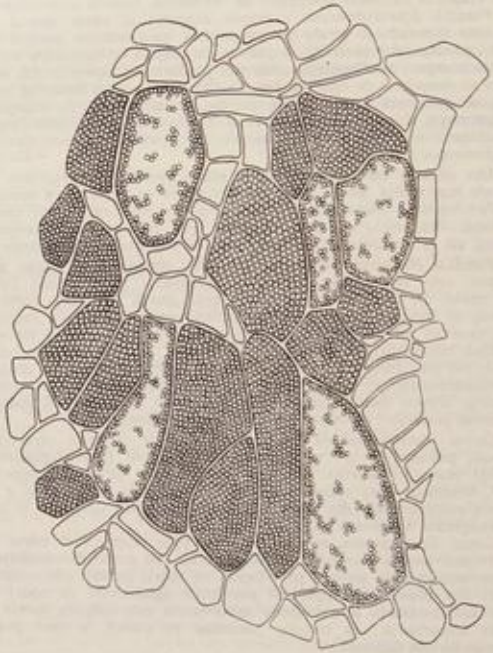


Fig. 66. — Plasmodiu multinucleat intracelular — *Plasmodiophora brassicae* (original.)

Clasa Phycomycetes

Formele inferioare de *Phycomycetes* au aparatul vegetativ constituit dintr-o singură celulă (dermatoplast). Cele mai multe dintre ciupercile cuprinse în această familie au însă ca aparat vegetativ un sifonoplast alcătuit din filamente miceliene, ramificate, cu membrană, protoplasmă și numeroși nuclei, dar lipsite de pereți transversali (tal cenocitic). Sifonoplastul se poate dezvolta complet în interiorul țesutului plantei parazitate sau poate deveni superficial în momentul formării organelor de înmulțire asexuată. Unele *Phycomycetes* se pot dezvolta intracelular, dar marea lor majoritate trăiesc intercelular, filamentele miceliene (hifele) luînd forma spațiilor în care se dezvoltă. Fixarea de substrat și absorbția la speciile saprofite se fac cu ajutorul unor filamente, numite rizoizi (genul *Rhizopus*). Speciile de *Phycomycetes* parazite au ca organe de absorbție haustori care pot fi de diferite forme : balonaș ca la genurile *Cystopus* și *Plasmopara* sau ramificați (genul *Peronospora*).

La ciupercile din genul *Pythium* absorbția se face la nivelul miceliului, aceste specii fiind lipsite de organe speciale.

Înmulțirea asexuată se face prin spori interni *(endospori)* sau prin conidii *(metaspori)*. Formarea organelor de înmulțire asexuată se face eucarpic.

Sporii pot fi imobili (aplanospori) și se formează în sporangi sau mobili (zoospori), luînd naștere în zoosporangi. Zoosporii pot fi prevăzuți cu un singur flagel, ca la *Monoblepharis*, sau cu doi flageli, ca la familia *Peronosporaceae*. Sporangii pot fi diferențiați sau nu de miceliu, de diferite forme (ovoidale sau sferice) și se pot forma direct pe miceliu, fiind sesili (genul *Pythium*), sau susținuți pe filamente diferențiate, simple sau ramificate numite sporangiofori (genurile *Mucor*, *Rhizopus* ș.a.). Organele de înmulțire asexuată sînt reprezentate (la specii mai evoluate) prin conidii ce se formează pe suporturi speciale nediferențiate de miceliu *(Phytophthora)*, sau în majoritatea cazurilor bine diferențiate, simple sau ramificate diferit, numite conidiofori (*Cystopus*, *Plasmopara*, *Bremia* ș.a.). De fapt, conidiile reprezintă niște zoosporangi care la maturitate se desprind cu ușurință de pe suporturi, sînt transportate de vînt și servesc ca organe de propagare, iar din germinarea lor rezultă zoospori. Datorită acestui fapt, conidiile de la *Phycomycetes* nu sînt omologe cu cele de la *Ascomycetes*, ele îndeplinind funcția de zoosporangi caduci. Aceste conidii pot fi de formă mai mult sau mai puțin sferică, ovoidă sau elipsoidală.

La formele mai puțin evoluate, înmulțirea sexuată se realizează prin gametogamie, în care din fuzionarea a doi gameți rezultă un zigospor (zigot). La majoritatea ficomicetelor are loc un proces de gametangiogamie, care poate fi izogametangiogamie cînd copularea are loc

între două gametangii asemănătoare din punct de vedere morfologic și heterogametangiogamie cînd gametangiile diferă ca formă și structură.

La ciupercile din ordinul *Oomycetales* se întîlnește o formă caracteristică de heterogametangiogamie, numită oogamie, la care în urma fusionării gametangiului femel (oogon) și a gametangiului mascul (anteridie) rezultă un zigot sau un oospor, care servește și ca organ de rezistență. Haplofaza este reprezentată prin aparatul vegetativ (miceliu), pe care se dezvoltă organele de înmulțire asexuată, iar diplofaza prin acești zigoți sau oospori.

Majoritatea ciupercilor cuprinse în clasa *Phycomycetes* duc o viață saprofită, dar se cunosc numeroase specii care se dezvoltă parazitar, producînd boli păgubitoare plantelor de cultură *(Plasmopara viticola, Phytophthora infestans, Peronospora nicotianae* ș.a.).

Clasa *Phycomycetes* cuprinde un număr de șase ordine : *Chytridiales, Blastocladiales, Monoblepharidales, Hyphochytriales, Oomycetes* și *Zygomycetes*. Dintre acestea prezintă importanță practică numai ordinele : *Chytridiales, Oomycetes* și *Zygomycetes*.

Ordinul *Chytridiales* cuprinde ficomicetele cele mai puțin evoluate, specii adaptate la mediul acvatic sau terestru, ducînd o viață parazită sau saprofită.

Aparatul vegetativ este reprezentat printr-un dermatoplast sau printr-un sifonoplast alcătuit din filamente fine, nu prea mult ramificate. Înmulțirea asexuată se face prin zoospori prevăzuți cu un singur flagel, ce iau naștere în zoosporangi care prezintă unul sau mai mulți pori de germinație. Înmulțirea sexuată corespunde fusionării a doi zoospori cu rol de gameți (gametogamie), produsul de fecundație fiind un akinetosporange, prevăzut cu perete gros, dublu și cu un por de deschidere sau cu un opercul prin care sînt ejaculați zoosporii.

Acest ordin cuprinde familiile : *Rhizophydiaceae, Rhizidiaceae, Cladochytriaceae, Chytridiaceae* și *Megachytriaceae*, separate în două grupe (cu opercul și fără opercul). Majoritatea speciilor din aceste familii duc o viață saprofită sau parazită pe alge sau plancton și nu prezintă interes fitopatogen.

Poate fi menționată familia *Cladochytriaceae*, care cuprinde unele specii parazite de interes practic (*Urophlyctis alfalfae*, care produce cancerul rădăcinilor de lucernă și *Physoderma zeae-mays*, care se dezvoltă pe frunzele de porumb și produce îngălbenirea acestora).

Ordinul *Oomycetes* include numeroase specii cu comportare saprofitică, facultativ parazitară sau cu specializare strictă *(Peronospora)*. Aparatul vegetativ este caracterizat printr-un sifonoplast. Miceliul bogat ramificat este constituit din hife cilindrice, hialine, continue, neseptate cînd sînt tinere și cu pereți relativ groși, uneori colorate slab și prevăzute cu pereți distanțați cînd sînt bătrîne.

La speciile saprofite, acest miceliu se poate dezvolta intra sau extramatrical, în același timp inter sau intracelular. Speciile parazite sînt exclusiv endofite și trăiesc în spațiile intercelulare. Pentru fixarea de substrat și absorbție, oomicetele saprofite prezintă rizoizi. Speciile parazite au ca organe de absorbție haustori, care pot fi simpli sau ramificați (digitiformi) sferici sau ovoizi. Excepție fac speciile cuprinse în genul *Pythium*, care sînt lipsite de haustori, sau se dezvoltă numai în condiții nefavorabile.

La multe peronosporacee miceliul constituie o formă de rezistență ca urmare a persistenței sale în organele atacate (tuberculi-*Phytophthora infestans*, bulbi-*Peronospora destructor*, rizomi-*Pseudoperonospora humuli* ș.a.).

Înmulțirea asexuată se face la formele inferioare *(Pythium)* prin zoospori care se diferențiază în zoosporangi reduși la o vezicule, fără perete propriu, ce se formează direct pe miceliu sau la extremitatea unui filament nediferențiat de celelalte hife miceliene. Zoosporii pot fi uniflagelați sau biflagelați, monoplanetici, adică cu un singur stadiu de mobilitate (majoritatea speciilor de *Pythium)* sau cu două stadii de mobilitate *(Saprolegniaceae)*. La formele mai evoluate *(Peronosporaceae)*, cu o adaptare mai accentuată la viața terestră, înmulțirea asexuată se face prin conidii (metasporangi), care se formează pe conidiofori mai mult sau mai puțin diferențiați de celelalte hife miceliene. Conidiile reprezintă de fapt niște zoosporangi caduci, din germinarea cărora pot să rezulte zoospori biflagelați sau filamente de germinație.

Procesul sexual al oomicetelor este oogamia, care este o formă evoluată de heterogametangiogamie și are loc întotdeauna endogen. Gametangiul femel se numește oogon, este de formă sferică și conține numeroși nuclei ; gametangiul mascul (anteridia) este mai mic și cu o formă mai alungită și cu un conținut mai mic de nuclei. Anteridiile se pot forma pe același filament și pe filamente învecinate. În urma procesului de fecundație rezultă oospori diploidali, prevăzuți cu un perete gros, format din trei învelișuri : la interior un înveliș subțire, transparent, hialin, care delimitează citoplasma, numit endospor ; urmează exosporul, care este gros, mai mult sau mai puțin colorat în brun și cu suprafața netedă sau ornamentată, iar al treilea înveliș îl constituie episporul, care corespunde resturilor de periplasmă din oogon cu suprafața cutată sau vălurată. Oosporul reprezintă și forma de iernare sau de rezistență a ciupercilor din acest ordin.

Ordinul *Oomycetes* este împărțit în patru familii : *Saprolegniaceae, Peronosporaceae, Leptomitaceae* și *Lagenidiaceae*, dintre care numai familia *Peronosporaceae* prezintă interes fitopatologic.

Familia *Peronosporaceae* cuprinde ciupercile al căror aparat vegetativ este reprezentat printr-un sifonoplast, constituit din hife miceliene, care se dezvoltă intercelular, hialine sau slab colorate, cu membrană subțire, micocelulozică, cu citoplasmă și cu numeroși nuclei, neseptate. Miceliul este prevăzut cu haustori, care pătrund în cavitățile celulare ale plantei-gazdă și care pot fi de diferite forme. La unele specii, cum sînt cele din genul *Pythium*, miceliul poate trăi atît inter cît

și intracelular. Aceste specii sînt lipsite de haustori, absorbția făcîndu-se la nivelul hifelor micteliene.

Înmulțirea asexuată se face la formele mai puțin evoluate *(Pythium)* prin zoospori, care se formează în zoosporangi diferențiați terminal pe ramurile micteliene. Zoosporangii pot fi de tipul *aphragmium*, *nemathosporangium*, *sphaerosporangium*, *orthosporangium* sau *metasporangium*, în funcție de faptul dacă este sau nu despărțit de restul filamentului printr-un perete transversal sau se desprinde sau nu de filamentul micelian pe care s-a dezvoltat. Unele specii de *Pythium* prezintă niște organe în formă de veziculă, asemănătoare unor sporangi,

Fig. 67. — *Phytophthora infestans* (original).

Fig. 68. — *Plasmopara viticola* (original).

numite geme, conidii sau uneori clamidospori și care reprezintă forme vegetative de rezistență. La peronosporaceele mai evoluate, înmulțirea asexuată se face prin conidii (zoosporangi de tip metasporangium) care se formează pe conidiofori mai mult sau mai puțin diferențiați de restul hifelor vegetative ale miceliului și care au forme și ramificații caracteristice diferitelor genuri (fig. 67, 68, 69, 70). Conidiile servesc ca organe de propagare și din germinarea lor poate să rezulte atît zoospori biflagelați *(Phytophthora, Plasmopara)*, cît și filamente de germinație *(Peronospora, Bremia)*.

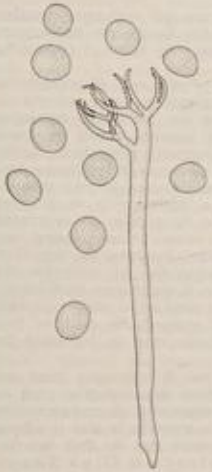


Fig. 69. — *Peronospora brassicae* (original).

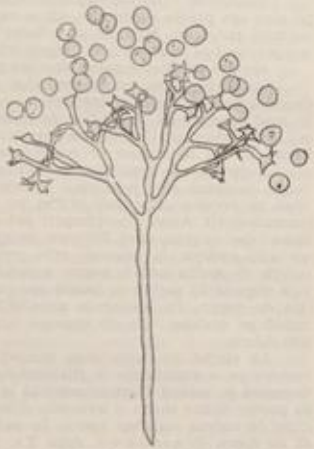


Fig. 70. — *Bremia lactucae* (original.)

Ca organe de înmulțire sexuată, peronosporaceele prezintă un oospor diploidal, care se formează prin fecundarea oogonului (♀) de către anteridie (♂). Oosporul prezintă un perete gros, alcătuit din trei învelișuri : endospor, exospor și epispor. El rămîne închis în oogonul în care s-a format și îndeplinește rolul de organ de iernare, de rezistență al acestor ciuperci.

Cele mai multe ciuperci cuprinse în familia *Peronosporaceae* sînt parazite obligate şi prezintă un grad pronunţat de specializare, în timp ce unele forme mai puţin evoluate *(Pythium* şi *Phytophthora)* se pot comporta şi ca saprofite facultative cu o polifagie mai accentuată.

Familia *Peronosporaceae* cuprinde trei subfamilii : *Pythieae, Cystopeae* şi *Peronosporeae.*

Subfamilia *Pythieae* cuprinde ciuperci care pot trăi atît parazitar pe alge sau plante superioare, cît şi ca saprofite facultative pe ţesuturi vegetale putrezite. Prezintă un sifonoplast lipsit de haustori *(Pythium)* sau prevăzut cu haustori mici *(Phytophthora).*

Această subfamilie cuprinde două genuri : *Pythium* şi *Phytophthora.*

Genul *Pythium* este reprezentat de ciuperci al căror miceliu se dezvoltă endofit inter şi intracelular ; el este fin, ramificat, continuu. În mod excepţional, în stadiul de îmbătrînire prezintă pereţi transversali, rar distanţaţi. Uneori este prevăzut cu îngroşări veziculare, toruliforme, cu rol de organe de rezervă sau de elemente pregătitoare formării organelor de înmulţire. Înmulţirea asexuată are loc prin zoosporangi. Zoosporii sînt reniformi, biflagelaţi. La unele specii se diferenţiază pe miceliu corpusculi sferici cu funcţie de organe de rezistenţă (clamidospori). Aceşti clamidospori pot evolua uneori în zoosporangi sau alteori dau naştere unui filament de germinaţie. Produsul de înmulţire sexuată, oosfera, la naştere prin unirea oogonului cu anteridia. În funcţie de poziţia faţă de oogon, anteridiile pot fi amphigine cînd înconjură oogonul în partea sa bazală sau paragine cînd au o poziţie laterală faţă de oogon. De asemenea anteridiile sînt monoclinale cînd se formează pe aceleaşi hife cu oogonul sau diclinale cînd se formează pe hife diferite.

La rîndul lor, anteridiile monoclinale pot fi androgine cînd iau naştere pe o ramificaţie a filamentului oogonal sau hipogine cînd se formează pe acelaşi filament oogonal la baza oogonului. Aceste raporturi de poziţie dintre oogon şi anteridie diferă de la o specie la alta şi adesea chiar în cadrul aceleiaşi specii. În cadrul acestui gen au fost descrise 42 de specii (Matthews, după Tr. Săvulescu şi Olga Săvulescu, 1965), din care în ţara noastră au fost semnalate numai 5 specii.

Dintre reprezentanţii acestui gen, importanţă practică deosebită prezintă specia *Pythium de baryanum,* care atacă, în stadiu de răsad specii de plante foarte diferite (tutunul, sfecla, cartoful, tomatele, varza, muştarul, castraveţii, muşcata, garoafele, plăntuţe de *Vitis* ş.a.), producînd putrezirea plăntuţelor.

Genul *Phytophthora* cuprinde specii cu caractere asemănătoare cu cele ale ciupercilor din genul *Pythium.* Parazitismul mai accentuat, miceliul mai bine dezvoltat, prezenţa haustorilor puţin evidenţiaţi, globuloşi sau filamentoşi, caracterul amfigin al anteridiilor pot constitui unele elemente distinctive ale speciilor de *Phytophthora.* Miceliul este un sifonoplast, endofit, inter şi intracelular, cu protoplasmă densă, granuloasă şi strălucitoare, continuu, dar cu tendinţă de a forma septe în porţiunile îmbătrînite şi în vecinătatea organelor de înmulţire. Are capacitatea de a dizolva membrana celulelor invadate. Înmulţirea asexuată se face prin conidii (metasporangi), care se formează terminal (acrogen) pe conidiofori aerieni, puţin diferenţiaţi morfologic de filamentele miceliene. Conidioforii sînt simpli sau ramificaţi, cu creştere nelimitată şi ies în fascicule prin stomate. Conidiile sînt piriforme, ovoide sau elipsoidale cu o papilă apicală şi se formează acrogen în mod succesiv, dar sînt împinse lateral prin creşterea continuă a conidioforului de pe care se desprind şi cad la maturitate. Din germinarea conidiilor rezultă, în cele mai multe cazuri, zoospori biflagelaţi. Mai rar, în anumite condiţii de nutriţie, temperatură şi umiditate, pot să rezulte filamente de germinaţie, la capătul cărora se poate forma uneori o nouă conidie. Oosporii se formează destul de rar, fie în ţesuturile plantelor parazitate, fie numai în culturi *(Ph. infestans).* La unele specii *(Ph. infestants),* oosporii se pot forma partenogenetic. Ca organe vegetative de rezistenţă, unele specii pot forma clamidospori.

Genul *Phytophthora* cuprinde mai multe specii patogene la plante, dintre care cu importanţă practică mai mare este *Phytophthora infestans,* care produce mana cartofului, una dintre bolile cele mai grave ale acestei plante.

Subfamilia *Cystopeae (Albugineae)* cuprinde ciuperci al căror miceliu se dezvoltă endofit, intercelular, bogat ramificat şi prevăzut cu numeroşi haustori în formă de vezicule. Conidioforii sînt simpli, scurţi, măciucaţi, cu un perete mai gros la bază şi mai subţire către vîrf, dispuşi în grupuri subepidermice. Conidiile se formează în lanţuri prin strangularea repetată a conidioforilor la vîrf, legate între ele prin disjunctori (discuri sau punţi). Din germinarea conidiilor rezultă zoospori biflagelaţi şi numai rareori filamente de germinaţie. Înmulţirea sexuată are loc prin fuzionarea unui oogon multinucleat şi a unei anteridii paragine. Produsul de fecundaţie este un oospor globulos, care prin germinare dă naştere la zoospori biflagelaţi.

În această subfamilie este cuprins un singur gen : *Cystopus (Albugo).*

Genul *Cystopus (Albugo)* este reprezentat prin 9 specii (parazite obligate pe angiosperme), dintre care 6 au fost identificate şi în micoflora ţării noastre (Tr. şi O. Săvulescu, 1965). Importantă din punct de vedere fitopatologic este specia *C. candidus (Albugo candida),* care parazitează diferite crucifere cultivate şi din flora spontană, determinînd boala numită albumeala sau rugina albă a cruciferelor.

Subfamilia *Peronosporeae* cuprinde ciuperci parazite obligate, polifage, marea majoritate a speciilor fiind monofage, cu o specializare biologică îngustă, putînd să paraziteze numai o singură specie de plantă-gazdă. Caracteristici ciupercilor din această subfamilie sînt conidioforii bine diferenţiaţi de celelalte hife miceliene. Aceştia ies prin stomate, dezvoltîndu-se aerian, au creştere limitată, prezentînd diferite tipuri de ramificaţie caracteristice diferitelor genuri. Conidiile pot fi ovoide, elip-

soidale, sferice, cu sau fără papilă apicală, dînd naștere prin germinare la zoospori biflagelați sau la filamente de germinație.

Genul *Sclerospora* este reprezentat de ciuperci al căror miceliu se dezvoltă intercelular, este ramificat și prezintă haustori sferici. Conidioforii (sporangioforii) sînt rudimentari, scurți și groși, cu ramificații de tip monopodial. Din germinarea conidiilor care sînt lat-elipsoidale, cu o papilă apicală, rezultă zoospori biflagelați sau filamente de germinație. Oosporii se diferențiază în interiorul țesuturilor atacate, adesea în număr mare. Aceștia sînt globuloși și cu exosporul concrescut cu peretele oogonului.

Genul *Sclerospora* este singurul din familia *Peronosporaceae* cu reprezentanți paraziți pe plante din familia *Graminaceae*.

Genul *Plasmopara* cuprinde ciuperci care își dezvoltă miceliul în spațiile intercelulare, luînd forma spațiilor pe care le ocupă ; este ramificat neregulat și prevăzut cu haustori globuloși sau piriformi, puțin dezvoltați. Conidioforii ies prin stomate, izolați sau în tufe, sînt bine diferențiați de miceliu, sînt hialini, au creștere limitată și prezintă ramificații de tip monopodial în treimea lor superioară. Ramificațiile de ordinul al 2-lea și al 3-lea au o dispoziție aproape rectangulară pe ramura principală și prezintă la capătul lor sterigme scurte, grupate cîte 2—3. Conidiile (microconidii) sînt unicelulare, hialine, ovoide, elipsoidale sau sferice, cu o papilă mică apicală și se prind de sterigme cu porțiunea mai îngustă. În mod normal, prin germinare conidiile produc zoospori biflagelați, reniformi ; în anumite condiții se pot însă dezvolta direct filamente de germinație. Oosporii sînt sferici, de culoare galbenă, cu episporul neregulat, prezentînd cute sau reticulări. Prin germinare formează un scurt promiceliu, care se termină cu o microconidie (conidii primare sau de primăvară) în care iau naștere numeroși zoospori.

După Tr. Săvulescu și Olga Săvulescu (1965), în țara noastră au fost identificate 24 de specii și două forme specializate, parazite obligate pe diferite plante din familiile *Ranunculaceae, Geraniaceae, Umbeliferae, Composite, Vitaceae*.

Dintre speciile de mare importanță fitopatologică, menționăm : *Plasmopara viticola*, care produce mana viței de vie, și *P. helianthi*, agentul patogen al manei la floarea-soarelui.

Genul *Peronospora* cuprinde ciuperci al căror sifonoplast intercelular este prevăzut cu haustori în formă de buton, filamentoși sau ramificați. Conidioforii ies prin stomate în grupuri și se ramifică dichotomic de mai multe ori, ultimele ramificații terminîndu-se cu sterigme grupate cîte două, care sînt ascuțite, mai mult sau mai puțin recurbate, de cele mai multe ori inegale, la vîrful cărora se formează conidiile. Acestea sînt ovoid-eliptice, nu prezintă papilă apicală, sînt hialine sau de culoare gălbuie și prin germinare formează direct un filament germinativ. Oosporii sînt globuloși, cu episporul subțire, cu suprafața netedă sau încrețită sau cu episporul îngroșat, prevăzut cu verucozități sau reticulații. În funcție de aceste caractere morfologice ale episporului,

Gäumann (1923) regrupează ciupercile din genul *Peronospora* în două secții și patru subsecții : secția *Leitothecae*, cu subsecțiile *Parasiticae* și *Effusae*, și secția *Culothecae*, cu subsecțiile *Verrucosae* și *Reticulatae*.

Genul *Peronospora* cuprinde numeroase specii, avînd cel mai mare număr de reprezentanți din întreg ordinul *Oomycetes*. Tr. Săvulescu și Olga Svulescu (1965) au identificat în România 209 specii parazite obligate pe plante, cuprinse în 34 de familii. Menționăm ca fiind mai importante din punct de vedere fitopatologic speciile : *P. destructor, P. schachtii, P. spinaciae, P. brassicae, P. pisi, P. arborescens*.

Genul *Peronoplasmopara (Pseudoperonospora)* cuprinde ciuperci care prezintă caractere foarte asemănătoare cu ale ciupercilor din genul *Peronospora*, de care se deosebesc prin aceea că din germinarea conidiilor rezultă zoospori, nu un filament de infecție. Acest fapt face apropierea de ciupercile din genul *Plasmopara*. Conidiile au culoarea violacee-murdar și prezintă papilă apicală. Dintre speciile acestui gen mai importante sînt : *Peronoplasmopara humuli*, parazită pe hamei, și *Peronoplasmopara cubensis*, care atacă plante din familia *Cucurbitaceae*.

Genul *Bremia* cuprinde ciuperci caracterizate prin conidiofori dichotomic ramificați în jumătatea superioară, avînd capetele ultimelor ramificații umflate ca o veziculă sau ca o cupă, pe suprafața cărora sînt inserate 2—8 sterigme. Pe fiecare din acestea se formează cîte o conidie, sferică sau elipsoidală, prevăzută cu o papilă. Din germinarea conidiilor ia naștere un filament de germinație, care se dezvoltă în dreptul papilei apicale. Oosporii se formează în țesuturile necrozate ale plantei-gazdă și sînt sferici, de culoare galbenă-brună, cu episporul neted sau cu verucozități fine. Dintre cele 5 specii cîte au fost determinate pînă în prezent în țara noastră, citățm : *Bremia lactucae*, care produce mana la salată.

Ordinul *Zygomycetes* este reprezentat prin ciuperci în mare parte saprofite, caracterizate printr-un aparat vegetativ filamentos, foarte bine dezvoltat, ramificat, alcătuit din hife miceliene, continuu (cenocitic) cînd este tînăr ; la filamentele îmbătrînite se pot observa totuși septe de formă concavă, orientate în direcția de creștere a porțiunii tinere a filamentului. Ca organe de fixare și absorbție prezintă rizoizi.

Ca organe de înmulțire asexuată prezintă sporangi (sporocist), în care se formează spori imobili. Sporangii iau naștere pe filamente aeriene, numite sporangiofori, care pot fi simpli sau diferit ramificați. Înmulțirea sexuată este o izogametangiogamie rezultînd ca produs de fecundație un zigospor cu perete gros care servește și ca organ de rezistență. La formele mai evoluate se produce un început de diferențiere a gametangiilor, făcîndu-se trecerea către heterogametangiogamie.

În acest ordin sînt cuprinse trei familii : *Mucoraceae, Endogonaceae* și *Entomophthoraceae*.

Reprezentanții acestui ordin nu prezintă o importanță deosebită din punct de vedere fitopatologic. Menționăm numai genurile : *Mucor* și *Rhizopus* din familia *Mucoraceae*, care produc mucegaiuri pe fructe, produse alimentare, resturi vegetale, semințe diferite în curs de germinație etc

Clasa Ascomycetes

Ciupercile cuprinse în clasa *Ascomycetes* sînt saprofite sau parazite, cu un grad mai înaintat de evoluție, al căror aparat vegetativ de lungă durată este reprezentat printr-un miceliu haploidal (miceliu primar), alcătuit din hife ramificate și despărțite în mai multe celule prin pereți transversali ; celulele au membrană, conținut citoplasmatic și un nucleu haploidal. Excepție fac ciupercile cuprinse în ordinul *Taphrinales*, care au aparatul vegetativ de lungă durată, reprezentat printr-un miceliu dikariotic (miceliu secundar), format din celule cu cîte doi nuclei haploidali.

Unele ascomicete, mai puțin evoluate, au aparatul vegetativ reprezentat printr-un dermatoplast, alcătuit dintr-o singură celulă, uninucleată *(Saccharomycetes)*.

Miceliul ascomicetelor se poate dezvolta extramatrical sau intramatrical și în condiții nefavorabile, prezintă ca forme de rezistență stroma și sclerotiul. Cele mai multe ascomicete parazite prezintă haustori ; în lipsa acestora, absorbția se realizează prin osmoză la nivelul pereților celulelor miceliului.

Înmulțirea asexuată se realizează prin conidii, a căror formare este în strînsă dependență de condițiile de temperatură, umiditate și nutriție ale mediului ambiant. Conidiile sînt celule imobile, care se formează pe miceliul primar și servesc ca organe de propagare, deosebindu-se de conidiile de la *Phycomycetes*, care reprezintă zoosporangi caduci (metasporangi). În ceea ce privește forma, mărimea și culoarea, conidiile pot fi foarte diferite : sferice, ovale, elipsoidale, piriforme, fusiforme, cilindrice, vermiculare ; pot fi unicelulare, bicelulare sau multicelulare, despărțite atît prin pereți transversali, cît și longitudinali ; pot fi hialine, subhialine sau colorate în galben, brun, măsliniu și se pot forma fie direct pe miceliu (conidii de înmugurire), fie pe conidiofori mai mult sau mai puțin diferențiați de filamentele miceliene. Conidioforii pot fi simpli, măciucați sau diferit ramificați, hialini sau colorați, continui sau septați. Ei se pot forma izolat sau asociați în fascicole compacte, libere numai la vîrf, alcătuind coremii *(Graphium)*. La unele specii, conidiile se pot forma în lagăre subcuticulare (acervuli), ca la *Melanconiales*, la suprafața unor formații ca niște pernuțe numite sporodochii, cum se întîlnește la *Tuberculariaceae* ; alteori conidiile se formează în niște pungi numite picnidii, alcătuite din împletirea filamentelor care poartă conidiile în care caz se numesc picnospori. Ca și la conidii, picnosporii (picnoconidii, stilospori) pot fi de forme diferite, hialini sau colorați, alcătuiți dintr-o singură celulă sau mai multe.

La ciupercile din clasa *Ascomycetes*, înmulțirea sexuată este reprezentată prin gametangiogamie, gametangiile fiind constituite, la formele mai puțin evoluate din simple ramuri de copulare ; la formele mai evoluate, gametangiile se diferențiază mult atît morfologic, cît și funcțional, ascogonul fiind organul sexuat femel și anteridia organul sexuat mascul. În urma fecundării ascogonului de către anteridie iau naștere filamente sau hife ascogone, alcătuite din celule binucleate (plasmogamie). Aceste filamente în care se formează ascele reprezintă dikariofaza sau miceliul secundar de scurtă durată al ciupercilor *Ascomycetes*. În momentul formării ascei are loc kariogamia, astfel că în asca tînără întîlnim un miceliu diploidal, care, în urma diviziunii reducționale, se diferențiază într-un număr de 2 sau multiplu de 2, cel mai frecvent în 8 endospori, hiploidali numiți *ascospori*. Procesul sexual tinde să se simplifice din ce în ce mai mult de la cazul tipic de heterogametangiogamie la forme la care funcțiunea anteridiei este îndeplinită de conidii sau de filamentele vegetative ale miceliului, pînă la somatogamie, cînd nu se mai formează organe sexuale diferențiate, fecundarea avînd loc între filamentele vegetative ale miceliului. În desfășurarea procesului sexual la ciupercile *Ascomycetes*, plasmogamia este despărțită de kariogamie prin dikariofază, care este reprezentată prin filamentele sau hifele ascogone din care se vor forma ascele. De obicei, ascele au o formă alungită dar pot fi și sferice sau ovoide și se formează mai multe la un loc, alcătuind un strat fertil sau strat himenial. La unele forme între asce se găsesc niște filamente sterile, numite parafize. La majoritatea ascomicetelor, ascele sînt cuprinse în ascofructe și numai la unele (ord. *Taphrinales)* se formează libere la suprafața substratului. Ascofructele pot fi larg deschise, în formă de pîlnie, disc sau farfurie, cu sau fără peduncul și în acest caz se numesc *apotecii* sau *discocarpe*. Ascomicetele al căror ascofruct este o apotecie sînt cunoscute sub denumirea de *Discomycetes*. Apoteciile sînt căptușite cu un himeniu, care la maturitatea ascelor rămîne descoperit. În unele cazuri, printre asce se găsesc filamente sterile (parafize), care atunci cînd depășesc înălțimea ascelor formează un înveliș, numit *epitecium*. Totalitatea hifelor de la baza apoteciei pe care se formează stratul fertil constituie *hipoteciumul*, iar părțile laterale ale apoteciei poartă denumirea de *paratecium*.

În unele cazuri, ascofructele sînt complet închise sau sînt prevăzute cu un por de deschidere (osteol). Aceste fructificații sînt numite *peritecii*, iar ascomicetele care prezintă un astfel de ascofruct sînt cuprinse sub denumirea de *Pyrenomycetes*. În general, ciupercile care formează ascele în fructificații închise în ascofructe se numesc carpomicete sau carpoasce, spre deosebire de gimnoasce, la care ascele sînt libere. După origine și modul de formare, ascofructele au fost grupate în trei tipuri :

Tipul *Plectascales*, la care pereții ascofructului rezultă din împletirea hifelor miceliene într-o țesătură cu aspect pîslos. Aceste fructificații sînt complet închise, ascele sînt distribuite neregulat în interiorul ascofructului, iar ascosporii sînt evacuați în urma ruperii sau a putrezirii pereților periteciei.

Tipul *Ascolocular*, la care ascele se formează în spații numite loculi, diferențiate în stromă. La formele mai simple, ascele sînt distribuite neregulat în stromă, pe cînd la cele mai evoluate, ascele tind să aibă o orientare în stromă, alcătuind o pseudoperitecie. Printre asce, care se formează pe stratul fertil de la baza periteciei, se găsesc pseudoparafize de origine stromatică.

Tipul *Ascohimenial*, caracterizat prin fructificații care au perete propriu, pseudoparenchimatic, numit *peridie*. Aceste ascofructe prezintă un orificiu numit osteol, iar printre asce se întîlnesc la unele ascomicete parafize adevărate.

În clasa *Ascomycetes* sînt cuprinse numeroase ordine, familii și genuri. Majoritatea ciupercilor *Ascomycetes* sînt saprofite, dar se cunosc multe specii parazite obligate, semiparazite și semisaprofite care produc boli importante la plante.

După clasificarea făcută de Gäumann (1964), ciupercile din această clasă se subdivid în două subclase : *Prototunicatae* și *Eutunicatae*. Ciupercile din subclasa *Eutunicatae* sînt împărțite în două grupe : grupa ascomicetelor *Unitunicatae* și cea a ascomicetelor *Bitunicatae*.

În subclasa ascomicetelor *Prototunicatae* sînt incluse ciupercile mai puțin evoluate la care ascosporii sînt puși în libertate prin ruperea sau dezintegrarea peretelui ascei.

Dintre cele 9 ordine care fac parte din această subclasă, importanță practică prezintă numai ordinele *Aspergillales* și *Microascales*.

Ordinul *Aspergillales* cuprinde ciuperci la care ascele se formează în ascofructe de tip *Plectascales*, la care pereții rezultă din împletirea hifelor miceliene ale ciupercii. La cele mai multe, periteciile sînt complet închise (cleistocarpe), ca la *Aspergillaceae*, sau sînt prevăzute la maturitate cu un por de deschidere (osteol), ca la *Melanosporaceae*.

Înmulțirea asexuată se realizează prin conidii care se formează pe conidiofori simpli sau ramificați, izolați sau asociați în coremii.

Marea majoritate a aspergilalelor sînt ciuperci saprofite, care produc mucegaiuri.

Acest ordin cuprinde 4 familii, dintre care importanță practică prezintă numai familia *Aspergillaceae*.

Familia *Aspergillaceae* cuprinde în cea mai mare parte ciuperci saprofite, care produc mucegaiuri diferit colorate (albe, verzi, negre) pe fructe sau produse alimentare. Sînt cunoscute totuși unele specii parazite la plante sau cu importanță în patologia animală. Aparatul vegetativ este reprezentat printr-un micelîu abundent, filamentos, ramificat, septat, care se dezvoltă aerian sau intramatrical. Ca organe de înmulțire

asexuată prezintă conidii exogene, care iau naștere pe conidiofori simpli, măciucați (*Aspergillus*) sau ramificați dichotomic la capăt, ca o pensulă (*Penicillium*).

La genul *Penicillium*, ramificațiile conidioforilor poartă un rînd de *metule* și unul de *sterigme* sau *phialide*, pe care se formează conidiile în lanțuri (phialospori). La genul *Thielavia*, înmulțirea asexuată se face prin conidii endogene (endoconidii), care se formează prin diviziarea și septarea repetată a citoplasmei phialidelor (sterigmelor).

Aspergillaceele prezintă peritecii închise (cleistocarpe), cu peretele pîslos, format din împletirea filamentelor miceliene, în interiorul cărora se formează asce sferice, dispuse neregulat. Ascosporii sînt în număr de 2 pînă la 6.

Ordinul *Microascales* cuprinde ciuperci al căror micelîu se dezvoltă endofit. Înmulțirea asexuată se face prin conidii ce se formează pe conidiofori adesea grupați în coremii de tipul *Graphium*. Ca organe asexuate prezintă și conidii endogene de tipul *Endoconidiophora*. Periteciile ciupercilor *Microascales* sînt prevăzute cu un gît alungit, la capătul căruia se găsește porul de deschidere prin care se face evacuarea ascosporilor hialini, unicelulari.

Importanță fitopatologică prezintă specia *Ceratocystis ulmi (Ophiostoma ulmi ; Ceratostomella ulmi)*, care determină uscarea și pieirea ulmilor.

Subclasa ascomicetelor Eutunicatae

A. Grupa ascomicetelor Unitunicatae.

Ordinul *Erysiphales* este reprezentat prin ciuperci cu ascofructe complet închise (cleistocarpe), prevăzute cu apendici (fulcre) și în care se dezvoltă una sau mai multe asce, cu 2, 4 sau 8 ascospori hialini, unicelulari, elipsoidali.

Ciupercile din acest ordin sînt grupate în două familii : *Erysiphaceae* și *Lanomycetaceae*.

Familia *Erysiphaceae* cuprinde ciupercile al căror aparat vegetativ este reprezentat printr-un micelîu filamentos, ramificat, albicios, care în majoritatea cazurilor se dezvoltă la suprafața organelor atacate (ectoparazit). La genul *Leveillula*, micelîul se dezvoltă intramatrical, intercelular, adică endoparazit, iar la genul *Phyllactinia*, micelîul este ectoendoparazit. La acest din urmă gen de pe micelîul superficial se diferențiază niște formații numite *stomatopodium*, care străbat țesuturile, pătrunzînd în spațiile intercelulare.

Ca organe de fixare prezintă *apresorii*, care au forma de disc. De pe aceste organe se diferențiază *haustori* sferici sau lobați, care străbat cuticula și se dezvoltă în interiorul celulelor epidermice.

Majoritatea ciupercilor din familia *Erysiphaceae* prezintă conidii de tip *Oidium (Erysiphe, Sphaerotheca, Podosphaera)*. Conidiile sînt unicelulare, hialine, elipsoidale, trunchiate la capete și se formează prin divizarea repetată a conidioforilor. La unele *Erysiphaceae* se întîlnesc alte două tipuri de conidii : *Ovulariopsis* și *Oidiopsis*. La amîndouă variantele se formează o singură conidie terminală, cu deosebirea însă că la tipul *Ovulariopsis* conidioforii se diferențiază pe miceliul extern, ectoparazit superficial *(Phyllactinia)*, iar la tipul *Oidiopsis* conidioforii se formează pe miceliul intern (endoparazit) și ies afară prin stomate *(Leveillula)*. Ascofructele sînt cleistocarpe, globuloase, de culoare brună, avînd pe suprafață apendici hialini, uneori bruni, de forme și dimensiuni diferite și care sînt foarte importanți pentru sistematica genurilor din această familie. Se pare că acești apendici au rolul de a usura răspîndirea periteciilor prin vînt sau ploaie și de a mări aderența acestora pe diferitele substraturi cu care vin în contact. După unii autori, ar juca un rol în ruperea pereților periteciilor și eliberarea ascelor și ascosporilor. În fiecare peritecie se poate forma o singură ască *(Podosphaera* și *Sphaerotheca)* sau mai multe asce (2—30) inserate la baza ascofructului *(Erysiphe, Microsphaera, Phyllactinia, Uncinula, Leveillula)*. În funcție de acest caracter, erisifaceele se împart în monoasce și poliasce. Ascele sînt cilindrice sau în formă de saci, sesile sau pedunculate, cu pereți hialini, în interiorul cărora se formează 2—4—8 ascospori unicelulari, hialini, ovoidali.

Din familia *Erysiphaceae* fac parte ciupercile parazite obligate, care determină la plante boli cunoscute sub denumirea de *făinare* sau *oidium*.

Erysiphaceae monoasce. Genul **Sphaerotheca** cuprinde ciuperci la care forma de înmulțire asexuată este reprezentată prin conidii de tip *Oidium*. Periteciile sînt sferice, prevăzute cu apendici flexuoși, neramificați la capăt, septați, de culoare mai închisă la bază și hialini către vîrf. Sînt importante din punct de vedere fitopatologic următoarele specii : *Sphaerotheca pannosa* cu două varietăți : *S. pannosa* var. *persicae*, care cauzează făinarea piersicului, și *S. pannosa* var. *rosae*, care produce făinarea trandafirului ; *Sphaerotheca mors-uvae*, care produce făinarea coacăzului și a agrișului ; *Sphaerotheca humuli*, care este parazită pe hamei, și *Sphaerotheca verbenae*, care produce făinarea frunzelor de verbena.

Genul *Podosphaera* prezintă periteci sferice, brune cu apendici lungi, de culoare brună la bază, hialini și ramificați dichotomic la vîrf (fig. 71). Conidioforii și conidiile sînt de tip *Oidium*. Dintre speciile de mai mare importanță citățm : *Podosphaera leucotricha*, care produce făinarea mărului și a părului (mai rar) ; *P. tridactyla*, care produce făinări pe diferite specii ale genului *Prunus* și *P. oxyacanthae*, care este parazită pe diferite specii de *Crataegus*, pe *Mespilus*, pe *Sorbus*, precum și pe alte *Rosaceae*.

Erysiphaceae poliasce. Genul **Erysiphe** cuprinde ciupercile ale căror periteci conțin 2 pînă la 30 de asce, globuloase, prevăzute cu apendici simpli sau ramificați neregulat, filiformi, adesea foarte numeroși, de culoare brună. Conidiile sînt de tip *Oidium*, cilindrice sau elipsoidale

Fig. 71. — *Podosphaera oxyacanthae* (original).

Fig. 72. — *Oidium monilioides* (după Vienuot-Bourgin).

(fig. 72). Acest gen cuprinde numeroase specii, dintre care de importanță fitopatologică mai mare sînt : *Erysiphe graminis*, care produce făinarea pe diferite specii de graminee cultivate și spontane ; *E. umbelliferarum*, care cauzează făinarea umbeliferelor ; *E. cichoracearum*, care parazitează plante din familii diferite, mai important fiind atacul pe plantele de tutun.

Genul *Uncinula* prezintă periteci sferice, prevăzute cu apendici simpli sau ramificați (bi sau trifurcați), cu vîrful răsucit în spirală (fig. 73). Conidiile sînt de tip *Oidium*, de forme și mărimi foarte diferite. Cea mai importantă specie a acestui gen și după pagubele produse cel

mai important reprezentant al familiei *Erysiphaceae* este specia *Uncinula necator*, care produce făinarea viței de vie.

Genul *Microsphaera* prezintă peritecii sferice, prevăzute cu apendici mai mult sau mai puțin rigizi, hialini și ramificați o dată sau

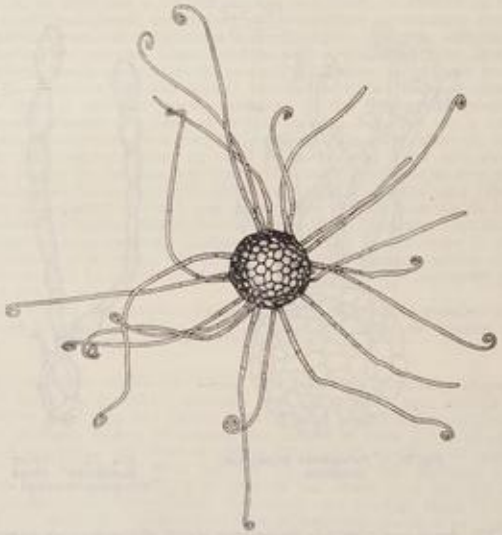


Fig. 73. — *Uncinula necator* (original).

de mai multe ori, dispuși în zona ecuatorială a ascofructului și de lungime aproape egală cu diametrul acestuia. Dintre speciile acestui gen menționăm: *Microsphaera grossulariae*, care produce făinarea sau oidiumul european al coacăzului și al agrișului; *M. abbreviata*, care determină făinarea stejarului, și *M. polonica*, agentul patogen al făinării plantelor de *Hortensia*.

Genul *Phyllactinia* cuprinde ciuperci caracterizate prin peritecii mari, prevăzute în zona ecuatorială cu apendici dispuși radial, lungi, rigizi, cu o umflătură sferică la bază. În afara acestora, în partea superioară a cleistoteciei se găsesc alți apendici, scurți, hialini, ramificați digitiform la vîrf, care se transformă într-o substanță mucilaginoasă ce servește la mai buna aderență a sporilor. Peritecile conțin multe asce în care de regulă se formează cîte doi ascospori. Conidiile sînt de tip *Ovulariopsis*, iar miceliul se dezvoltă ectoendoparazit. *Phyllactinia suffulta* este parazită pe diferite specii de arbori și arbuști de pădure: *Corylus, Carpinus, Betula* etc.

Ordinul *Sphaeriales* este reprezentat de ciuperci caracterizate prin peritecii de tip ascohimenial, al căror perete propriu (peridie) poate fi cărnos, membranos sau cărbunos. Peritecile pot fi superficiale sau mai mult sau mai puțin cufundate în stromă, izolate sau grupate, globuloase sau în formă de butelii și prevăzute cu un osteol dispus la suprafața periteciei sau la capătul unui gît mai mult sau mai puțin lung. Printre asce, care formează un himeniu la baza periteciei, se găsesc parafize care sînt niște filamente sterile inserate în himeniu, libere în partea superioară. Ordinul *Sphaeriales* cuprinde 5 familii: *Hypocreaceae, Polystigmataceae, Sphaeriaceae, Sordariaceae* și *Corynelíaceae*. Dintre acestea, importanță fitopatologică prezintă numai primele două familii.

Familia *Hypocreaceae* cuprinde ciuperci caracterizate prin peritecii care se formează superficial sau cufundate în stromă. Pereții ascofructelor sînt cărnoși și viu colorați în galben, roșu, violaceu ca și stroma. Înmulțirea asexuată se face prin microconidii sau macroconidii, ovoidale sau cilindrice, simple sau septate, aparținînd la diferite tipuri: *Fusarium, Tubercularia, Cylindrocarpon, Verticillium*.

Genul *Nectria* se caracterizează prin peritecii, izolate sau grupate pe stromă, cu peridia de culoare roșie sau portocalie, de consistență cărnoasă. Ascele sînt cilindrice, alungite, în interiorul cărora se diferențiază 8 ascospori bicelulari, hialini, ovoidali, eliptici sau fusiformi, rotunjiți la capete. Speciile *N. galligena* și *N. cinnabarina* sînt parazite pe ramurile pomilor fructiferi. Forma conidiană este de tip *Cylindrocarpon* și *Tubercularia*.

Genul *Calonectria* cuprinde specii ale căror peritecii viu colorate conțin asce cu cîte 4—8 ascospori hialini, ovoidali, pluriseptați (2—5). Forma conidiană este de tip *Fusarium*. *Calonectria graminicola* produce mucegaiul de zăpadă al cerealelor.

Genul *Gibberella* prezintă peritecii libere sau cufundate într-o stromă mai mult sau mai puțin dezvoltată, cu peridia de culoare negricioasă sau violacee. Ascele lipsite de parafize conțin ascospori hialini, ovoidali sau fusiformi, septați. Conidiile sînt de tip *Fusarium*. Menționăm speciile: *G. zeae (G. saubinetii)*, care produce înroșirea spicelor de grîu, și *G. moniliformis*, care determină înflorirea albă a știuleților de porumb. Prima specie poate ataca și porumbul, fiind cauza mucegaiului alb al știuleților.

Familia *Polystigmataceae* cuprinde ciuperci al căror aparat vegetativ este reprezentat printr-o stromă bine dezvoltată, viu colorată în portocaliu, roșu aprins sau brun-negricios, în care se diferențiază periteciile.

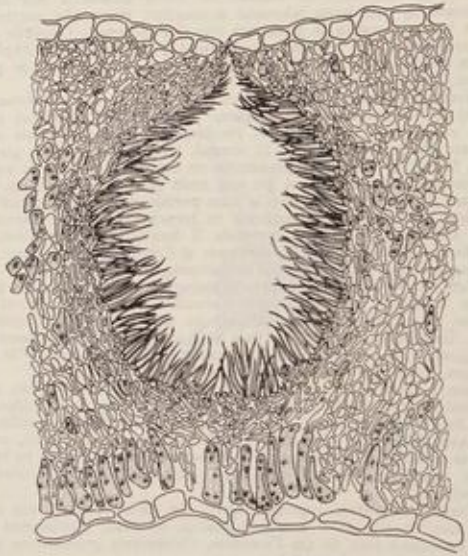


Fig. 74. — *Polystigmina rubra* (original).

Genul *Polystigma* este reprezentat de ciuperci ale căror fructificații sînt complet cufundate în stroma crustoasă viu colorată, galbenă-portocalie sau roșiatică, în care se formează mai întîi picnidiile (fig. 74) și apoi periteciile. Ascosporii sînt hialini, ovoidali, simpli, neseptați. Speciile mai importante sînt *P. rubrum* și *P. ochraceum*, care produc pete roșii pe frunzele de prun și, respectiv, de migdal.

Genul *Phyllachora* este caracterizat prin stromă de culoare negricioasă, în care se formează periteci cu asce și ascospori hialini, ovolzi, simpli. Acest gen cuprinde specii parazite pe graminee *(Bromus, Festuca, Lolium)* sau pe leguminoase furajere (măzărichea). Menționăm speciile *P. graminis* și *P. lathyri*.

Genul *Glomerella* cuprinde ciupercile cu periteci globuloase sau piriforme, de culoare brună-închis, prevăzute cu un osteol situat la capătul unui gît scurt, ornamentat cu peri mai mult sau mai puțin rigizi. Periteciile sînt grupate mai multe la un loc și conțin asce cu cîte 8 ascospori alungiți sau eliptici, hialini, simpli. Ca importante, menționăm speciile : *G. cingulata*, care produce putregaiul amar al fructelor ; *G. lindemuthiana*, care cauzează antracnoza la fasole ; *G. gossypii*, parazită pe bumbac etc.

Ordinul *Xylariales* cuprinde ciuperci parazite sau saprofite. Pe stromă se pot dezvolta atît conidiile, cît și periteciile. Caracteristic este faptul că ascele prezintă în partea lor superioară un sistem special de închidere. Cuprinde trei familii : *Amphisphaeriaceae, Diatrypaceae* și *Xylariaceae*, mai importante fiind prima și ultima.

Familia *Amphisphaeriaceae* se caracterizează printr-o stromă uneori slab dezvoltată, pe care se formează intramatrical periteciile cufundate în substrat, de culoare neagră, prevăzute cu un osteol care iese la suprafața țesuturilor. Printre asce se găsesc parafize articulate. Mai important este genul *Physalospora*, cu specia *P. cydoniae*, care parazitează ramurile de măr, păr și gutui, cauzînd exfolierea și uscarea acestora.

Familia *Xylariaceae* cuprinde ciuperci caracterizate printr-o accentuată dezvoltare a stromei, care devine crustoasă, ca la genul *Ustulina*, sau bogat ramificată, ca niște coarne de cerb, ca la genul *Xylaria*. Periteciile se formează izolat sau mai multe la un loc fie la periferia stromei, fie cufundate în ea. La capătul superior, periteciile se prelungesc cu un gît diferențiat, care se termină cu porul de deschidere, vizibil numai în momentul maturării ascelor.

Ascosporii de culoare brună sau neagră se formează cîte 8 în asce alungite sau măciucate, printre care se găsesc parafize.

Genul *Rosellinia* este carcterizat prin periteci sferice, de culoare neagră, în care se formează asce măciucate, pedicelate, care la maturitate se gelifică și pun în libertate ascospori unicelulari, bruni-negricioși, ovoidali sau fusiformi. În acest gen sînt cuprinse specii care în majoritate cauzează putrezirea rădăcinilor la vița de vie, la pomi și chiar la unele plante ierbacee. Specia *Rosellinia necatrix* produce putregaiul alb al rădăcinilor viței de vie și al rădăcinilor pomilor fructiferi.

Ordinul *Diaporthales* este reprezentat de ciuperci care prezintă fie o stromă bine dezvoltată, fie redusă sau chiar absentă. Periteciile de tip ascohimenial se formează cufundate în stromă și cuprind asce inegale ca mărime. Ascosporii unicelulari sau septați, hialini sînt puși în libertate prin gelificarea membranei ascelor. Ca organe de înmulțire

asexuată, prezintă endoconidii care se formează în picnidii sau în acervuli. Dintre familiile cuprinse în acest ordin menționăm pe cele de importanță fitopatologică : *Gnomoniaceae*, *Valsaceae* și *Melanconiaceae*.

Familia *Gnomoniaceae* cuprinde ciuperci caracterizate prin peritecii cufundate în substrat, prevăzute cu un gît mai mult sau mai puțin alungit, a cărui extremitate terminată cu un por de deschidere iese la suprafața substratului.

Genul *Gnomonia* se caracterizează prin lipsa stromei și prin peritecii prevăzute cu un gît lung, la capătul căruia se găsește osteolul. Ascosporii sînt hialini, bicelulari, fusiformi sau elipsoidali. Cuprinde specii parazite pe pomii fructiferi sau arborii ornamentali. Astfel *G. erythrostoma* atacă cireșul și vișinul, producînd înroșirea și răsucirea frunzelor ; *G. leptostyla* este parazită pe nuc și produce boala numită antracnoza nucului ; *G. tiliae* și *G. veneta* parazitează teiul și, respectiv platanul, determinînd pătarea frunzelor.

Familia *Valsaceae* cuprinde ciuperci care prezintă o stromă fără un contur definitiv limitat, de culoare brună-închis sau neagră. Peritecile, care se formează cufundate în stromă, se deschid la exterior printr-un gît lung, care se termină cu un por de deschidere. La cele mai multe specii, forma conidiană este de tipul *Cytospora*, *Cytosporina* sau *Phomopsis*. Majoritatea ciupercilor din această familie sînt saprofite. Speciile care produc boli sînt parazite de răni sau de debilitate.

Genul *Valsa* se caracterizează prin peritecii cufundate într-o stromă de culoare negricioasă, care conține asce numeroase, subțiate la bază, în care se formează cîte 8 ascospori sau mai mulți, unicelulari, hialini, alungiți. Speciile *V. leucostoma*, *V. cincta* și *V. prunastri* atacă ramurile de prun, cais, cireș, piersic, producînd uscarea acestora.

Ordinul *Clavicipitales* este reprezentat de ciuperci caracterizate prin asce lungi și subțiri, care conțin ascospori filamentoși, hialini, la început unicelulari, apoi pe măsură ce se maturează, multicelulari. La maturitate fiecare celulă a ascosporului se separă ca o unitate de sine stătătoare. Forma conidiană este de tip *Sphacelia*. Unele specii prezintă scleroți sau ergoți de culoare violet-închis, care sînt organele de rezistență.

Familia *Clavicipitaceae* cuprinde ciupercile cu stroma cărnoasă, bine dezvoltată și colorată în galben viu, roșu sau violet. Peritecile se găsesc cufundate în stromă. Dintre *Clavicipitaceae* menționăm genurile *Claviceps* și *Epichloë*, parazite pe diferite graminee anuale și perene. Genul *Cordyceps* cuprinde specii parazite pe insecte sau pe ciuperci superioare.

Genul *Claviceps* se caracterizează prin aceea că peritecile se formează cufundate într-o stromă cărnoasă de formă sferică, susținute de un pedicel flexuos, care se dezvoltă în urma germinării unui sclerot, care reprezintă organul de rezistență al ciupercii. Specia *C. purpurea* atacă secara și alte graminee cultivate și spontane și determină boala cunoscută sub denumirea de *cornul* sau *pintenul secării*.

Genul *Epichloë* se caracterizează prin peritecii cufundate în stromă, care constituie un fel de manșon în jurul organelor atacate. La început stroma este albicioasă, apoi devine galbenă și în cele din urmă brună. Peritecile care se diferențiază la periferia stromei sînt de tip ascolocular, în formă de butelie, dispuse una lîngă alta. Specia *E. typhina* atacă diferite graminee de pășuni și fînețe ca : *Festuca*, *Poa*, *Dactylis*, *Bromus* etc.

Ordinul *Helotiales* cuprinde numeroase ciuperci parazite și saprofite, al căror ascofruct este reprezentat printr-o apotecie în care se formează asce inoperculate, care se deschid prin ruperea vîrfului, punînd în libertate ascosporii. Printre asce se găsesc filamente sterile sau parafize. Apoteciile pot avea diferite forme și dimensiuni ; ele pot fi purtate pe un suport *(Helotiaceae)* sau sesile *(Dermataceae)*. Ca mai importante din punct de vedere fitopatologic menționăm familiile : *Dermataceae* și *Sclerotiniaceae*.

Familia *Dermataceae* prezintă apotecii mici, sesile care se formează libere pe stromă. Conidiile se formează în acervuli și pot să aparțină la mai multe tipuri : *Gloeosporium*, *Cylindrosporium* sau *Entomosporium*.

Genul *Pseudopeziza* se caracterizează prin apotecii mici, care se formează la început subepidermal și care mai tîrziu apar la suprafață prin ruperea epidermei. La maturitate, apoteciile sînt complet deschise și conțin asce cu ascospori unicelulari, hialini, ovali sau elipsoidali. Printre asce se găsesc parafize filamentoase simple sau furcate. Cele mai multe specii sînt parazite pe frunze : *P. tracheiphila* atacă vița de vie și produce pete roșii pe frunze ; *P. medicaginis* și *P. trifolii* produc pătarea brună a frunzelor de lucernă și, respectiv, de trifoi, iar *P. ribis* determină antracnoza frunzelor de coacăz și de agriș.

Genul *Febraea* cuprinde ciuperci care au apotecii asemănătoare cu cele descrise la genul *Pseudopeziza*, cu deosebirea că ascosporii sînt bicelulari, eliptici, hialini. Conidiile sînt de tip *Entomosporium* și *Marssonina* și se formează în acervuli. Menționăm speciile : *F. maculata*, care produce pătarea brună a frunzelor de gutui și de păr, și *F. rosae*, care cauzează petele negre pe frunzele de trandafir.

Genul *Blumeriella (Coccomyces ; Higginsia)* prezintă apotecii care se formează în stromă solitare și care la maturitate se deschid prin lobi. Ascele, mai îngroșate la bază, sînt alungite și conțin cîte 8 ascospori filiformi, drepți sau ușor curbați, cu 1—3 septe. Forma conidiană de tip *Cylindrosporium* se formează în acervuli. Specia *B. jaapii (Coccomyces (Higginsia) hiemalis)* este parazită pe cireș și vișin și determină antracnoza frunzelor.

Familia *Sclerotiniaceae* cuprinde ciuperci al căror ascofruct este o apotecie cărnoasă, în formă de pîlnie și susținută de un pedunculi, în care se formează asce inoperculate. Conidiile sînt de tip *Monilia* sau *Botrytis*. Ca organe de rezistență prezintă scleroți, care se pot forma pe diferite organe : inflorescențe, fructe, tulpini, rădăcini, la suprafață sau în interiorul acestora.

Genul *Monilinia* se caracterizează prin scleroți care se formează în interiorul fructelor. Prin germinarea scleroților se dezvoltă apotecii mici, în formă de pîlnie, pedunculate, de culoare galbenă-brunie. Ascele sînt alungite și conțin cîte 8 ascospori ovoidali, hialini, unicelulari.

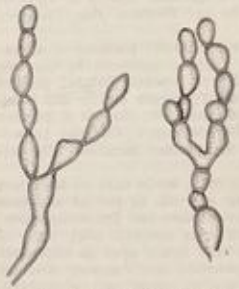


Fig. 75. — *Monilia fructigena* (original).

Conidiile de tip *Monilia* (fig. 75) se formează în lanțuri simple sau dichotomic ramificate. Ca mai importante menționăm speciile : *M. fructigena*, parazită pe măr și păr, *M. linhartiana*, parazită pe gutui, și *M. laxa*, parazită pe fructele de sîmburoase. Toate aceste trei specii determină boala cunoscută sub denumirea de putregaiul brun și mumifierea fructelor.

Genul *Stromatinia* se caracterizează prin scleroți, care se formează la suprafața organelor atacate. Apotecille în formă de pîlnie conțin asce cu ascospori unicelulari, hialini. Conidiile sînt de tip *Botrytis*.

Menționăm speciile *S. gladioli* și *S. narcissi*, parazite pe frunzele de gladiole și de narcise, determinînd un putregai cenușiu al acestora.

Genul *Sclerotinia* prezintă scleroți care se formează la suprafața sau în interiorul organelor atacate. Apotecille sînt asemănătoare cu cele descrise la genul *Monilinia* și conțin asce cu 8 ascospori, unicelulari, elipsoidali, hialini. Speciile cuprinse în acest gen nu formează conidii. Mai importantă este specia *S. sclerotiorum*, foarte polivoră, parazitînd numeroase genuri și specii de plante din diferite familii. Pagube importante produce cînd atacă floarea-soarelui fiind cauza bolii cunoscute sub numele de putregaiul bazei tulpinii și al rădăcinilor.

B. *Grupa ascomicetelor Bitunicatae*

Ordinul *Myriangiales* este reprezentat de ciuperci care prezintă un miceliu cilindric sau toruloid, care se dezvoltă superficial sau intercelular. Caracteristic acestor ciuperci este faptul că ascele se formează în niște spații, numite *loculi* (false peritecii), care se diferențiază în număr mare și sînt distribuite neregulat în stromă. În fiecare locul se dezvoltă o singură ască, globuloasă, cu pereți groși și care conține ascospori ovoidali, despărțiți prin pereți transversali sau muriformi.

Din acest ordin face parte familia *Myriangiaceae*, din care menționăm genul *Elsinoë*, singurul cu importanță practică.

Genul *Elsinoë* prezintă o ascostromă bine dezvoltată, alcătuită dintr-o țesătură pseudoparenchimatică de hife vegetative, în care se

formează, distribuite neregulat, periticii de tip ascolocular cu asce globuloase sau piriforme și cu ascospori hialini, cu 2—3 (rar mai mulți) pereți transversali. Menționăm ca mai importante din punct de vedere fitopatologic speciile *E. ampelina*, care atacă vița de vie și produce *antracnoza pătată* sau *punctată*, și *E. veneta*, care produce antracnoza la zmeur și mur.

Ordinul *Pseudosphaeriales* este reprezentat de ciuperci caracterizate prin reducerea treptată a stromei pe măsură ce gradul lor de evoluție crește. Ascele, de formă alungită, se formează în loculi, care la speciile mai puțin evoluate sînt globuloși sau ovoidali și distribuiți în stromă superficial, pe un singur rînd ; la formele superioare, loculii sînt mai reduși ca număr și grupați în fructificații de tip ascolocular (pseudotecii). La unele specii, printre asce se găsesc pseudoparafize.

În ordinul *Pseudosphaeriales* sînt cuprinse mai multe familii, dar reprezentați importanți din punct de vedere practic au numai familiile *Pseudosphaeriaceae*, *Mycosphaerellaceae* și *Venturiaceae*.

Familia *Pseudosphaeriaceae* cuprinde forme mai evoluate, cu stromă redusă, în care se individualizează fructificații de tip ascolocular sau pseudotecii de origine stromatică. Pseudotecille au formă sferică, perete gros de origine stromatică cu aspect pseudoparenchimatic, un por de deschidere în partea apicală și conțin numeroase asce alungite. La unele *Pseudosphaeriaceae*, printre asce se găsesc filamente sterile de origine stromatică sau pseudoparafize. Înmulțirea asexuată se face prin conidii, care se pot forma pe conidiofori de diferite tipuri *(Macrosporium, Helminthosporium)* sau în picnidii.

Familia *Pseudosphaeriaceae* cuprinde mai multe genuri, dintre care unele de mare importanță fitopatologică.

Genul *Leptosphaeria* se caracterizează prin ciuperci cu stroma slab dezvoltată și la care periteciile se formează pe miceliu mai mult sau mai puțin cufundate în substrat, cu osteolul la capătul unei proeminențe. Ascosporii sînt de culoare brună-gălbuie fusiformi sau eliptici, pluriseptați, de regulă tetracelulari. Dintre speciile mai importante fac parte : *L. tritici*, parazită pe grîu, producînd pătarea brună și uscarea frunzelor, și *L. herpotrichoides*, care determină căderea cerealelor.

Genul *Pyrenophora* prezintă peritecii stromatice, sferice sau subsferice, prevăzute cu peri pe toată suprafața sau numai în jurul porului de deschidere. Printre asce se găsesc pseudoparafize. Ascosporii sînt mai mult sau mai puțin cilindrici, bruni, multicelulari, dispuși pe două rînduri în ască. Mai importante sînt speciile *P. teres* și *P. graminea*, care parazitează orzul și sînt cauza sfîșierii frunzelor.

Genul *Pleospora* este reprezentat de ciuperci caracterizate prin peritecii globuloase, cu perete gros, stromatic, lipsit de peri. La început periteciile sînt cufundate în țesut, dar la maturitate erup la suprafață. Printre asce se găsesc pseudoparafize. Ascosporii, bruni-gălbui, ovoidali, sînt despărțiți în mai multe celule prin pereți transversali și longitu-

dinali (aspect muriform). *P. betae* atacă sfecla și produce putregaiul inimii rădăcinilor de sfeclă.

Genul *Ophiobolus* este reprezentat de ciuperci care prezintă peritecii globuloase, cu peretele îngroșat, prevăzute cu un gît scurt și gros cu osteolul proeminent, care iese la suprafața pielei miceliene. Ascosporii sînt filiformi, slab colorați în galben, prevăzuți cu pereți transversali. *Ophiobolus herpotrichus* și *O. graminis* sînt parazite pe diferite cereale și produc îngenuncherea tulpinilor.

Familia *Mycosphaerellaceae* cuprinde ciuperci în general lipsite de stromă sau care prezintă o stromă foarte redusă. Peritecile, ușor cufundate în substrat sau superficiale, sînt mici, sferice, negricioase cu pereți subțiri, glabre sau rar prevăzute cu peri în jurul porului de deschidere. Ascele se formează grupate în buchete pe un strat fertil la baza periteciei. La unele specii se găsesc printre asce parafize simple sau ramificate. Ascosporii pot fi hialini sau de culoare brună-măslinie, unicelulari, bicelulari sau multicelulari. Asexuat se înmulțesc prin conidii, care se formează exogen pe conidiofori de tip *Ramularia*, *Cladosporium*, *Clasterosporium*, *Cercospora* etc., sau endogen, în picnidii de tip *Phoma*, *Phyllosticta*, *Ascochyta*, *Septoria* etc.

Genul *Mycosphaerella* se caracterizează prin peritecii subepidermice, globuloase, mici, cu peretele subțire, care se deschid în partea superioară printr-un osteol. Ascele, lipsite de parafize, sînt cilindrice și conțin ascospori hialini sau ușor colorați în galben, elipsoidali, bicelulari. Acest gen cuprinde un mare număr de specii fitopatogene, în majoritate maculicole (produc pete pe frunze) și care prezintă ca formă de înmulțire asexuată diferite tipuri de conidii. Menționăm ca importante speciile : *M. sentina*, care produce petele albe pe frunzele de păr ; *M. fragariae*, care determină pătarea roșie a frunzelor de fragi și căpșuni ; *M. pinodes*, care produce antracnoza mazărei ; *M. cerasella*, parazită pe frunzele de cireș ; *M. dianthi*, care atacă garoafele etc.

Genul *Guignardia* prezintă peritecii sferice, cufundate în substrat. În asce se formează cîte 8 ascospori, hialini, alungiți, care pot fi unicelulari sau la maturitate separați în două celule inegale. Printre asce nu se formează parafize. Ca importantă se menționează specia *Guignardia bidwellii*, parazită pe vița de vie și care produce putregaiul negru al strugurilor.

Genul *Didymella* se caracterizează prin peritecii globuloase, glabre, lipsite de parafize. Ascosporii sînt hialini, bicelulari, dispuși pe două rînduri în ască. Importantă fitopatologică prezintă speciile : *D. applanata*, parazită pe ramurile de zmeur, și *D. lycopersici*, care produce brunificarea tulpinilor de tomate.

Genul *Dothidella* (Cymadothea) cuprinde ciuperci care prezintă o stromă crustiformă, negricioasă, în care se formează loculi puțin diferențiați, cu asce și ascospori hialini sau slab colorați, bicelulari. Specia *D. trifolii* atacă frunzele de trifoi pe care produce pete negre.

Familia *Venturiaceae* este caracterizată prin ciuperci cu peritecii prevăzute cu peri rigizi în jurul osteolului și prin ascospori bicelulari, adeseori asimetrici.

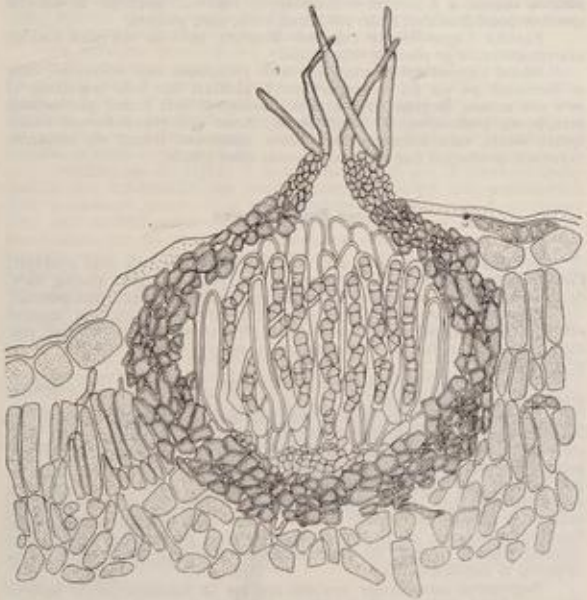


Fig. 76. — *Venturia inaequalis* (original).

Genul *Venturia* prezintă peritecii ovale sau piriforme cufundate în țesut, prevăzute cu un gît care se termină cu un por de deschidere înconjurat cu peri bruni, rigizi (fig. 76). Ascele sînt alungite, pedunculate și conțin cîte 8 ascospori brun-măslinii, bicelulari, cu celulele

inegale, așezați pe un singur rînd. Ascele se formează pe un postament fertil situat la baza periteciei. Importanță fitopatologică prezintă speciile : *V. inaequalis*, *V. pirina* și *V. cerasi*, care produc boala numită pătarea cafenie a frunzelor și fructelor și rapănul ramurilor la diferite specii de pomi fructiferi (măr, păr, cireș, vișin, cais, piersic).

Familia *Capnodiaceae* cuprinde ciuperci care se dezvoltă epifitic sau ectoparazitic pe plantele superioare.

Genul *Capnodium* prezintă peritecii globuloase sau piriforme, care se formează pe un fel de suport scurt, alcătuit din hife miceliene și care are aceeași lărgime cu peritecia. Ascosporii sînt bruni, pluriseptați prin pereți transversali și longitudinali. Acest gen cuprinde mai multe specii, dintre care amintim *Capnodium salicinum*, destul de răspîndit în natură, producînd fumagina pe frunzele unor plante.

Clasa Basidiomycetes

În clasa *Basidiomycetes* sînt cuprinse ciupercile cele mai evoluate. Caracteristic ciupercilor *Basidiomycetes* este *basidia*, organ omolog ascei de la *Ascomycetes*, pe care se formează spori externi numiți basidiospori.

Aparatul vegetativ este reprezentat printr-un tal care la început este filamentos și numai la unele specii *(Hymenomycetales)* devine mai tîrziu masiv. Ca forme de rezistență prezintă scleroți, bulbili, gemeși rizomorfe.

La ciupercile *Basidiomycetes* se cunosc trei forme de miceliu : primar, secundar și terțiar.

Micelul primar este format din filamente haploidale, care rezultă în urma germinării basidiosporilor. La majoritatea speciilor, el este slab dezvoltat, de scurtă durată și saprofit. La unele specii de *Uredinales (Puccinia graminis)*, miceliul primar are o durată mai lungă și este parazit. Pe micelul primar nu se formează organe de înmulțire asexuată, așa cum se întîmplă în cazul ascomicetelor. Excepție fac uredinalele la care pe micelul primar se formează picnidii și picnospori. Funcțiunea sexuală se realizează în cele mai numeroase cazuri prin somatogamie și numai rareori apogamic. Heterotalismul este foarte răspîndit la *Basidiomycetes*.

Segregarea caracterelor sexuale are loc la basidiomicetele heterotalice o dată cu formarea basidiosporilor, care sînt deci diferiți din punct de vedere sexual. La basidiomicetele homotalice, basidiosporii nu se deosebesc sexual, ci prezintă potențialul ambelor sexe. Miceliile primare rezultate din germinarea basidiosporilor vor avea întotdeauna sexul basidiosporilor din care provin. La speciile heterotalice, miceliile primare vor fi diferențiate sexual, în timp ce la cele homotalice ele vor prezenta potențialul ambelor sexe. În urma copulării miceliilor primare are loc plasmogamia, rezultînd un miceliu secundar, binucleat.

Micelul secundar reprezintă dikariofaza și constituie aparatul vegetativ de lungă durată al basidiomicetelor, spre deosebire de ascomicete, la care (exceptînd tafrinalele) aparatul vegetativ de lungă durată este reprezentat prin miceliu primar, haploidal. Un element caracteristic acestui miceliu secundar este prezența unor formații cu aspect de cîrlige, care fac legătura între două celule alăturate.

Pe micelul secundar iau naștere basidiile în urma unui proces asemănător formării ascelor la *Ascomycetes*. Kariogamia are loc în basidia tînără, cînd din cei doi nuclei rezultă un nucleu diploidal. Imediat acesta suferă o diviziune reducătoare, urmată apoi de una, rar două diviziuni tipice, rezultînd 4 nuclei haploizi, în jurul fiecăruia din ei diferențiindu-se 4 basidiospori. Basidiosporii se formează la exteriorul basidiei pe niște sterigme scurte.

Basidiile au de regulă o formă alungită și pot fi continue (holobasidii sau autobasidii) sau septate (phragmobasidii sau protobasidii). Sînt monosmere atunci cînd sînt alcătuite dintr-un articol și dimere cînd sînt alcătuite din două articole, dintre care cel bazal constituie *hipobasidia*, iar cel din partea superioară *epibasidia*. Atunci cînd sînt asociate, cum se întîmplă în majoritatea cazurilor, basidiile alcătuiesc himeniul sau stratul fertil. Printre basidii se întîlnesc unele celule care au rolul de a reține apa, numite *cistide*.

La speciile de *Ustilaginales* se formează pe miceliul secundar conidii, care îndeplinesc rolul de organe de propagare, numite diploconidii *(Entyloma)*.

Micelul terțiar reprezintă miceliul de fructificare a ciupercilor *Basidiomycetes* și este alcătuit din celule binucleate ca și miceliul secundar, de care se deosebește numai printr-o structură anatomo-histologică aparte. Miceliul terțiar ia parte la formarea basidiofructelor, care au o structură și o diferențiere funcțională bine determinată, în care se formează false țesuturi sau plectenchime cu funcțiuni diferite : susținere, conducere, secreție, protecție și altele.

Dintre *Basidiomycetes*, *Ustilaginales* și *Uredinales* nu prezintă basidiofructe, acestea putînd fi deschise sau complet închise, cum se observă la ciupercile din ordinul *Hymenomycetales* și, respectiv, *Gasteromycetales*.

Clasa *Basidiomycetes* cuprinde două subclase : subclasa *Holobasidiomycetes (Autobasidiomycetes)* și *Phragmobasidiomycetes (Protobasidiomycetes)*.

Subclasa Holobasidiomycetes (Autobasidiomycetes)

Ciupercile cuprinse în această subclasă prezintă basidii continui, neseptate, cele mai multe dintre ele fiind saprofite. Cele peste 10 000 de specii sînt repartizate în două ordine : ordinul *Hymenomycetales* și ordinul *Gasteromycetales*. Dintre speciile cuprinse în ordinul *Hymenomycetales*, cîteva sînt importante din punct de vedere fitopatologic. Astfel menționăm : *Corticium vagum (Hypochnus solani)*, care parazi-

tează plantele de cartof; *Stereum purpureum*, parazit pe pomii fructiferi și pe diferiți arbori; *Stereum hirsutum*, care produce esca la vița de vie; *Armillaria mellea*, care determină putrezirea rădăcinilor la pomii fructiferi și vița de vie și altele.

Subclasa Phragmobasidiomycetes

Ciupercile cuprinse în această subclasă au basidiile septate și sînt repartizate în patru ordine: *Tremellales, Auriculariales, Ustilaginales* și *Uredinales*. Dintre acestea, numai ultimele două ordine sînt importante din punct de vedere fitopatologic.

Ordinul *Ustilaginales* cuprinde ciupercile care prezintă basidii dimere, la care porțiunea bazală — hipobasidia — este sclerificată, alcătuind clamidosporul, iar porțiunea superioară — epibasidia — reprezentată prin promiceliu, care poate fi septat transversal *(Ustilaginaceae)* sau continuu *(Tilletiaceae)*.

Aparatul vegetativ este reprezentat prin două feluri de micelii: micelul primar, haploidal, care este în general saprofit și constituie aparatul vegetativ de scurtă durată, și *micelul secundar*, dikariotic, alcătuit din filamente fine, bogat ramificate, cu celule binucleate, care este parazit și se dezvoltă endofit, intercelular, mai rar intracelular *(Ustilago zeae, Tilletia tritici)*.

Răspîndirea miceliului este difuză, înaintînd în plantă sau în anumite organe o dată cu dezvoltarea acestora *(Ustilago nuda, U. tritici)*. La alte specii *(Ustilago zeae)* micelul diploid se localizează în jurul locului în care s-a făcut infecția.

Micelul diploid parazit poate fi peren sau anual, după cum parazitează plante perene sau anuale.

Atunci cînd este peren, micelul rămîne în stare latentă în organele subterane ale plantei (rădăcini, rizomi și stoloni). La ustilaginalele la care infecția se face prin sol *(Tilletia controversa)*, micelul dikariotic poate prezenta și o fază saprofită.

Ca organe de absorbție, micelul dikariotic este prevăzut cu haustori, care pot fi ramificați sau coraliformi, sferici sau în formă de gheme.

Ustilaginalele prezintă un singur fel de spori, *clamidosporii*, care servesc ca organe de propagare și rezistență. Ei se formează întotdeauna în sori, care pot avea forme, dimensiuni și culori diferite. Clamidosporii sînt prevăzuți cu o membrană dublă, alcătuită dintr-un endospor subțire, neted și incolor, care constituie stratul intern ce vine în contact cu protoplasma și un exospor (epispor) către exterior. Exosporul este mai gros, colorat diferit (brun, violaceu, negru) și poate fi neted sau prevăzut cu diferite ornamentații caracteristice (reticulat, echinulat, punctat). În interiorul sorilor clamidosporii pot fi izolați *(Ustilago, Tilletia)*, cîte doi *(Schroeteria)* sau asociați în glomerule *(Urocystis, Sorosporium)*.

Germinația clamidosporilor de ustilaginale are loc în faza saprofită, excepție făcînd de la aceasta speciile *Ustilago nuda* și *Ustilago tritici*; ea poate avea loc imediat după formarea clamidosporilor sau după o perioadă variabilă de postmaturație. Precedînd germinația, în clamidospori are loc fuzionarea celor doi nuclei (kariogamia), rezultînd un singur nucleu diploidal. În momentul germinației, exosporul crapă, iar endosporul iese afară, crește și astfel se formează promiceliul sau epibasidia. Epibasidia poate fi septată în 4 celule *(Ustilagineae)* sau continuă *(Tilletiaceae)*. Nucleul diploidal nu migrează în epibasidie și în urma diviziunii reducătoare urmate de una sau mai multe diviziuni tipice (kariochinetice) rezultă 4 sau mai mulți nuclei haploidali, în jurul cărora se diferențiază cîte un basidiospor. Basidiosporii se formează pe epibasidie — terminal sau lateral, sînt unicelulari, haploidali și pot fi sau nu diferențiați din punctul de vedere al potențialului sexual. Pe basidiospori, prin înmugurire, se formează niște celule numite *blastospori*, cu rol în sexualitatea ciupercii. La ustilaginale, lipsind organele sexuale, citogamia se realizează fie prin copularea a doi basidiospori de sex contrar, fie prin copularea blastosporilor sau prin copularea unui basidiospor cu o celulă de sex opus epibasidiei. La unele ustilaginale *(U. nuda)*, nemaiformîndu-se basidiospori, copularea are loc între două celule ale epibasidiei diferențiate sexual (sau între filamentele rezultate din ele).

În urma procesului sexual rezultă un miceliu secundar, dikariotic, care constituie aparatul vegetativ de lungă durată și parazit al ciupercilor *Ustilaginales*.

În ordinul *Ustilaginales* sînt grupate trei familii: *Ustilaginaceae, Tilletiaceae* și *Graphiolaceae*.

Familia *Ustilaginaceae* cuprinde ciupercile caracterizate prin prezența unei epibasidii (promiceliu), septate transversal, pe care, lateral sau terminal, se formează basidiosporii.

Dintre genurile cuprinse în această familie menționăm pe cele mai importante din punct de vedere practic.

Genul *Ustilago* se caracterizează prin clamidospori izolați, sferici, unicelulari, cu exosporul (episporul) neted sau ornamentat (punctat, verucos, țepos). Clamidosporii se formează în sori de tip pulverulent, de culoare brună-închis pînă la negru, ce se pot dezvolta pe tulpini, frunze și mai ales în flori (fig. 77).

Mai importante sînt speciile: *U. tritici, U. nuda* și *U. avenae*, care produc tăciunii zburători ai grîului, ai orzului și ai ovăzului; *U. nigra* care produce tăciunele zburător negru al orzului; *U. hordei*, care produce tăciunele îmbrăcat al orzului, și *U. zeae* care produce tăciuncle comun al porumbului.

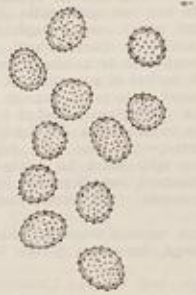
Genul *Sphacelotheca* se caracterizează prin clamidospori formați izolat în sori acoperiți de o falsă membrană, pulverulenți, care se dezvoltă mai ales prin inflorescențe. Menționăm ca importantă specia *S. sorghi*, care cauzează tăciunele sorgului.

Genul *Sorosporium* prezintă clamidospori la început aglutinați în grămezi de dimensiuni variabile, sferice sau neregulate; la matu-

ritate însă se separă cu uşurinţă şi devin liberi, izolaţi. Se menţionează ca importantă specia *S. holci-sorghi f. zeae*, care produce tăciunele ştiuleţilor şi al paniculelor de porumb.

Familia *Tilletiaceae* cuprinde ciupercile caracterizate printr-o epibasidie continuă, pe care se formează terminal un număr nedefinit de basidiospori în formă de seceră.

— Fig. 77. — *Ustilago zeae* (original).



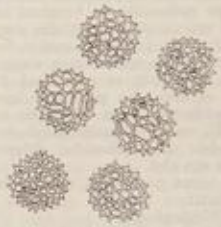


Fig. 78. — *Tilletia pancici* (original).

Din cele 14 genuri cuprinse în familia *Tilletiaceae*, mai importante din punct de vedere practic sînt : *Tilletia, Entyloma* şi *Urocystis*.

Genul *Tilletia* prezintă clamidospori izolaţi, globuloşi, cu episporul neted sau ornamentat (echinulat sau reticulat) de culoare brună sau neagră (fig. 78). Aceştia se formează în masă în ovare, fiind protejaţi la maturitate de învelişul cariopsei graminaceelor pe care le parazitează şi de glumele şi glumelele care nu sînt atacate. Mai importante sînt speciile *T. tritici*, *T. foetida*, *T. intermedia* şi *T. triticoides*, care produc mălura obişnuită a grîului, *T. controversa* care produce mălura pitică a grîului şi *T. pancici* care produce mălura orzului.

Genul *Entyloma* este reprezentat de ciuperci ai căror clamidospori se formează intercelular sau terminal pe filamentele miceliene, care se dezvoltă intercelular în ţesuturile plantei-gazdă ; sînt simpli, de formă sferică, cu membrana de regulă incoloră sau slab colorată şi rămîn închişi în ţesuturile plantei-gazdă, devenind liberi numai după putrezirea acestora. Speciile mai importante sînt : *E. dahliae*, parazită pe frunzele de *Dahlia*, şi *E. fuscum*, parazită pe frunzele de *Papaver*.

Genul *Urocystis* cuprinde specii caracterizate prin clamidospori asociaţi în grămezi de 1—3 (rar mai mulţi) spori fertili, ovali sau elipsoidali, bruni, înconjuraţi de un strat de clamidospori (celule) mai mici, sterili, hialini, cu pereţii subţiri (fig. 79). Prin germinarea clamidosporilor se formează un promiceliu (epibasidie), în vîrful căruia iau naştere basidiosporii dispuşi în verticil. Menţionăm ca importante speciile : *U. tritici*, care produce tăciunele frunzelor şi tulpinii de grîu, şi *U. cepulae*, care determină tăciunele cepei.

Ordinul *Uredinales* include ciupercile care prezintă basidii dimere, la care porţiunea bazală — hipobasidia — este sclerificată, alcătuind teleutosporul, iar porţiunea superioară — epibasidia — septată transversal.

Aparatul vegetativ este reprezentat printr-un miceliu care se dezvoltă endoparazit, intercelular, rareori intracelular. Miceliul este alcătuit din filamente ramificate, septate, colorate în galben. Ca organe de absorbţie prezintă haustori ce pot avea mărimi şi forme diferite (globuloşi, tubiformi sau spiralaţi). La uredinale, miceliul poate fi alcătuit din celule uninucleate, cînd aparţin haplofazei (miceliul primar), sau binucleate, cînd aparţin dikariofazei (miceliul secundar).

Fig. 79. — *Urocystis occulta* (original).

Ca organe de propagare ciupercile din ordinul *Uredinales* prezintă 5 feluri de spori : basidiospori, picnospori, ecidiospori, uredospori şi teleutospori.

În timpul primăverii, în urma germinării teleutosporilor care reprezintă organele de rezistenţă ale uredinalelor, rezultă din fiecare celulă a acestora cîte o epibasidie tetracelulară. Pe fiecare celulă a epibasidiei, lateral, la capătul unei sterigme se diferenţiază cîte un basidiospor. Formarea basidiosporilor este precedată de kariogamie, urmată imediat de o diviziune reducătoare şi o diviziune tipică, rezultînd 4 nuclei haploizi. Basidiosporii sînt mici, globuloşi, unicelulari, uninucleaţi, haploidali, cu membrana subţire. La uredinalele homotalice basidiosporii sînt de acelaşi sex, iar la cele heterotalice sînt diferenţiaţi sexual. Din germinarea basidiosporilor rezultă un miceliu haploidal, avînd acelaşi sex cu al basidiosporului din care a luat naştere. Pe acest miceliu, care infectează plantele, se formează picnosporii în picnidii. Acestea sînt cufundate în substrat şi prevăzute cu un osteol *(Puccinieaceae)* sau pot fi superficiale acoperite de epidermă *(Melampsoraceae)*. În interior, picnidiile sînt tapisate cu filamente sporifere dispuse în palisadă, la capătul cărora se formează prin sugrumare succesivă picnosporii, care sînt sferici,

elipsoidali, piriformi, mici, uninucleați, hialini. Picnosporii sînt de același sex cu miceliul pe care s-au format și deci cu al basidiosporului din care a provenit miceliul primar. Rolul picnosporilor este de a multiplica acțiunea basidiosporilor. Prin germinarea lor iau naștere micelii primare, pe care se formează din nou picnidii.

Ecidiosporii iau naștere în ecidii care se formează în miceliu primar aproape simultan cu picnidiile. Ecidiile se pot forma superficial sau cufundate în substrat. Ele prezintă un perete propriu, numit *peridie*, alcătuit dintr-un singur strat de celule cu membrana îngroșată și ornamentată cu verucozități. Uneori, peridia poate lipsi (tipul *Caeoma*). Ecidiile prevăzute cu peridie pot avea formă cilindrică sau de cupă *(Puccinia)* sau alungită, iar deschiderea se face prin fante longitudinale *(Roestelia)* sau prin pori *(Peridermium)*. Ecidiosporii sînt globuloși sau poliedrici, unicelulari, binucleați, cu membrana dublă, de culoare gălbuie, netedă sau acoperită cu echinulații. Formarea ecidiilor cu ecidiospori este precedată întotdeauna de plasmogamie, în urma căreia rezultă un filament binucleat, pe care se diferențiază în lanțuri ecidiospori binucleați. În urma germinării ecidiosporilor rezultă miceliul secundar, dikariotic, care poate infecta aceeași specie de plantă-gazdă pe care s-au format (la uredinalele autoice) sau plante din alte familii (la uredinalele heteroice). Pe miceliul dikariotic rezultat din germinarea ecidiosporilor se formează *uredosorii*.

Uredosporii se formează în lagăre, numite *uredosori*, libere, pulverulente sau acoperite de epidermă.

Uredosorii au forma unor pustule mici, de culoare galbenă sau roșiatică, dispuse izolat sau asociate în grupuri circulare sau în formă de striuri. Uredosporii sînt sferici, elipsoidali, unicelulari, binucleați, cu membrana dublă, subțire, uneori ornamentată, cu echinulații sau verucozități, de culoare galbenă-portocalie. Ei pot fi sesili sau pedunculați și prezintă pori de germinație. Uredosporii îndeplinesc rolul de organe de propagare și prin germinare dau un filament binucleat (miceliu secundar), care infectează întotdeauna aceeași specie de plantă-gazdă, pătrunzînd prin stomatele frunzelor pe care au fost transportați cu ajutorul vîntului. Cu toate că nu sînt în general longevivi, ei pot în unele cazuri să ierneze, contribuind astfel la perpetuarea infecției de la an la an.

Către sfîrșitul perioadei de vegetație, pe miceliul binucleat rezultat din germinarea uredosporilor se formează *teleutosporii* în lagăre proprii, numite *teleutosori*. La unele specii *(Puccinia graminis)*, teleutosporii se pot forma în aceleași lagăre în care s-au format inițial uredosporii. Teleutosporii pot fi unicelulari, bicelulari sau multicelulari, globuloși, măciucați sau cilindrici cu membrana groasă, netedă sau prevăzută cu ornamentații (verucozități, coaste sau îngroșări), în mod obișnuit de culoare brună. Ei pot fi sesili *(Melampsoraceae)* sau pedunculați *(Pucciniaceae)*.

Teleutosporii sînt organele de rezistență, de conservare ale ciupercii și reprezintă hipobasidii sclerificate (sclerobasidii). Ei nu au rol în propagarea bolii. Pentru a germina teleutosporii au în general nevoie de o perioadă de postmaturație; rareori ei sînt capabili să germineze imediat după formare. În celulele teleutosporului are loc kariogamia. Cei doi nuclei care se găsesc în fiecare celulă a teleutosporului la începutul formării acestuia fuzionează mai tîrziu, dînd naștere unui miceliu diploidal.

Uredinalele la care se întîlnesc aceste 5 forme de spori se numesc *macrociclice*, euforme sau cu *ciclul complet (Puccinia graminis)*. La multe alte specii însă poate să lipsească una sau alta dintre aceste forme de fructificare; în acest caz ele se numesc *microciclice* sau cu ciclu incomplet *(Puccinia glumarum)*. La ciupercile uredinale se cunosc două faze: faza *ecidiană* în care se formează *picnosporii* și *ecidiosporii* și o altă fază în care se formează *uredosporii* și *teleutosporii*.

Legătura dintre aceste două faze este făcută de basidiospori.

Speciile de uredinee macrociclice la care amîndouă fazele se dezvoltă pe aceeași plantă-gazdă se numesc specii *autoice (Puccinia helianthi, Phragmidium disciflorum)*. Cînd însă faza ecidiană se dezvoltă pe o plantă, iar faza cu uredospori și teleutospori pe alta, speciile sînt heteroice *(Puccinia graminis, Uromyces pisi, Tranzschelia pruni-spinosae)*.

În ordinul *Uredinales* au fost grupate numeroase ciuperci microscopice parazite obligate, a căror evoluție le situează pe treapta cea mai înaltă a parazitismului. Uredinalele produc la foarte numeroase plante cultivate sau din flora spontană boli cunoscute sub numele de rugini. În țara noastră sînt citate peste 440 de specii de uredinee parazite pe 1 279 de specii de plante-gazdă (T r. S ă v u l e s c u, 1953).

În ordinul *Uredinales* sînt cuprinse două familii: *Melampsoraceae* și *Pucciniaceae*.

Familia *Melampsoraceae* se caracterizează prin teleutospori nepedunculați (sesili), izolați sau dispuși în palisadă, formînd sori crustiformi sau coloane cilindrice; teleutosporii se formează în celule epidermale sau uneori în celulele mezofilului.

Această familie este împărțită în mai multe triburi cu genuri și specii parazite, în marea lor majoritate la plante din flora spontană și arbori.

Genul *Melampsora* cuprinde ciupercile caracterizate prin ecidii de tip *Caeoma* (fără peridie). Uredosporii sînt pedunculați, sferici sau elipsoidali, printre care se găsesc parafize măciucate. Teleutosporii se formează în lagăre subcuticulare sau subepidermale; ei sînt unicelulari, strîns alăturați unul de altul și au membrana subțire, rar îngroșată la vîrf.

În acest gen sînt cuprinse specii heteroice și autoice, Specia *M. lini* este parazită pe inul cultivat și pe unele specii de *Linum* spontane, producînd rugina.

Familia *Pucciniaceae* se caracterizează prin ecidii de tip ecidioid (cu peridie) : în unele cazuri, peridia lipsește (ecidii de tip *Caeoma*). Ecidiosporii sînt dispuși în lanțuri. Uredosporii se formează solitari : printre ei uneori se găsesc parafize.

Teleutosporii pot fi pulverulenți, compacți sau gelatinoși : sînt alcătuiți dintr-una, două sau mai multe celule : în majoritatea cazurilor sînt pedunculați, mai rar sesili, liberi sau fasciculați, uneori alcătuind coloane de forme diferite : niciodată ei nu sînt alipiți lateral între ei.

Dintre genurile cuprinse în această familie, numai unele prezintă o importanță fitopatologică mai mare.

Genul *Uromyces* cuprinde specii autoice și heteroice, macro și microciclice. Uredosporii unicelulari au membrana netedă sau prevăzută cu ornamentații (echinulații sau verucozități) și se formează în uredosori compacți sau pulverulenți. Caracteristici pentru acest gen sînt teleutosporii unicelulari, globuloși, pedunculați, cu episporul neted sau acoperit cu verucozități și prevăzuți apical cu un por de germinație

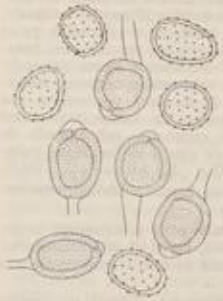


Fig. 80. — *Uromyces appendiculatus* (original).

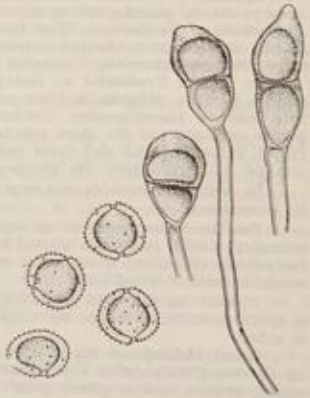


Fig. 81. — *Puccinia antirrhini* (original).

și o papilă proeminentă (fig. 80). Din punct de vedere practic prezintă importanță speciile *U. appendiculatus*, care produce rugina la fasole, *U. pisi*, care determină rugina la mazăre ; *U. caryophyllinus*, parazit pe numeroase specii de *Dianthus* cultivate și spontane, pe care produce rugini.

Genul *Puccinia* se caracterizează prin teleutospori bicelulari, prevăzuți cu cîte un por de germinație pentru fiecare celulă. Uredosporii sînt unicelulari, pedunculați, sferici, elipsoidali sau ovoizi, printre care uneori se găsesc parafize (fig. 81). În țara noastră sînt citate pînă în prezent peste 235 de specii de *Puccinia* autoice și heteroice care produc rugini la un număr mare de plante cultivate și spontane. De mare importanță practică sînt speciile care produc rugini la grîu și în general la cereale : *Puccinia graminis* produce rugina neagră a grîului, *P. triticina* determină rugina brună, *P. glumarum* este cauza ruginii galbene, *P. helianthi* produce rugina la floarea-soarelui, *P. sorghi* determină rugina la porumb, iar *P. antirrhini* produce rugina la gura leului.

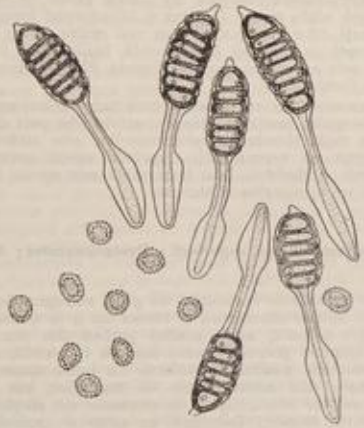


Fig. 82. — *Phragmidium disciflorum* (original).

Genul *Tranzschelia* cuprinde specii cu caractere asemănătoare cu cele descrise la genul precedent, de care se deosebește însă prin forma teleutosporilor care sînt puternic sugrumați la mijloc, din care cauză celulele teleutosporilor se separă cu ușurință. Teleutosporii sînt scurt pedunculați, au membrana de culoare brună, acoperită cu echinulații și

vei acozități. Cuprinde specii autoice și heteroice; speciile heteroice își dezvoltă faza cu uredospori și teleutospori pe plante din familia *Rosaceae (Prunoidee)*. Se menționează specia *Tranzschelia pruni spinosae* parazită pe diferite specii de *Prunus*, pe care produce rugina.

Genul *Gymnosporangium* cuprinde specii heteroice, care prezintă picnidii subepidermice și ecidii de tipul *Roestelia* (deschidere prin fante laterale sau terminale), care se formează de regulă pe *Rosaceae (Pomaceae)*, provocînd deformări și hipertrofii pe frunze.

Uredosporii de obicei lipsesc; se cunosc numai la o singură specie. Teleutosporii de regulă bicelulari, uneori pluricelulari sînt de forme diferite (alungiți, fusiformi, elipsoidali), lung pedunculați, gelatinoși. Mai importantă este specia *G. sabinae*, care produce rugina părului.

Genul *Phragmidium* cuprinde un număr redus de specii autoice, caracterizate prin ecidii de tip *Caeoma* și teleutospori lung pedunculați, cilindrici, formați dintr-un șir de 3 sau mai multe celule și prevăzuți, de obicei, la capăt cu o papilă proeminentă, hialină (fig. 82). Episporul teleutosporilor este neted sau verucos. Specia *Phragmidium disciflorum* produce rugina trandafirilor.

Genul *Cumminsiella* se caracterizează prin teleutospori alcătuiți din două celule egale, prevăzute fiecare cu cîte doi pori de germinație dispuși față în față. Membrana teleutosporilor este alcătuită din trei straturi, acoperită cu verucozități. Cuprinde specii autoice, macrociclice, pe *Mahonia* și *Berberis*. Mai importantă este specia *Cumminsiella sanguinea*, care produce rugina la *Mahonia*.

Ciupercile neperfecte (Fungi imperfecti; Deuteromycetes; Adelomycetes)

Ciupercile neperfecte alcătuiesc un grup eterogen de specii, care nu reprezintă o unitate sistematică și cărora nu li se cunosc încă organele de înmulțire sexuată, adică stadiul perfect din dezvoltarea ciupercii. Aceste ciuperci prezintă numai miceliu și conidii, adică organe de înmulțire asexuată (stadiul imperfect). La unele ciuperci din acest grup nu se cunosc nici aceste forme de înmulțire, ele fiind reduse numai la un miceliu steril, lipsit de elemente de răspîndire sau de conservare. Aceste ciuperci formează un grup al „micteliilor sterile" *(Mycelia sterila)*.

Grupul ciupercilor neperfecte este foarte bogat în genuri (peste 1 300) și specii (15 000—20 000). Pe măsură ce se înmulțesc și se perfecționează metodele de cercetare și în special tehnica de izolare a culturilor pe medii artificiale, devine posibilă, pentru multe din aceste ciuperci, cunoașterea formelor sexuate și deci încadrarea acestora în unitatea sistematică corespunzătoare. Cea mai mare parte, pe baza analogiei caracterelor organelor de înmulțire, au fost încadrate la

Ascomycetes, iar unele dintre ele la *Basidiomycetes*. Ciupercile neperfecte constituie deci o grupare provizorie.

Clasificarea ciupercilor neperfecte este arbitrară și s-a făcut pe baza caracterelor morfologice pe care le prezintă fructificațiile conidiene. Pe baza acestui criteriu, Saccardo (citat după Moreau) împarte ciupercile neperfecte în următoarele trei ordine: *Sphaeropsidales*, caracterizat prin specii ale căror conidii se formează în picnidii, *Melanconiales*, la care conidiile se formează în acervuli, și *Hyphales*, care cuprinde speciile la care conidiile se formează pe conidiofori liberi sau asociați în coremii sau sporodochii. Acestor ordine li se adaugă grupa *Mycelia sterilia*, la care se cunoaște numai forma de miceliu.

Ordinul *Sphaeropsidales* este caracterizat prin picnidii ce se formează la suprafață sau cufundate în țesut, de formă sferică sau ovală, turtite sau lenticulare, cu un perete propriu de natură pseudoparenchimatică, membranos sau cărbunos, de culoare neagră sau brună. Periteciile pot fi glabre sau prevăzute cu asperități sau peri și este prevăzută cu un osteol mai mult sau mai puțin proeminent. Picnosporii (conidii endogene) se formează pe conidiofori scurți, simpli sau ramificați, care căptușesc întreaga suprafață internă a picnidiei sau numai o parte. Picnosporii diferă mult ca formă, culoare și număr de celule. Ordinul *Sphaeropsidales* se împarte după aceste caractere, în mai multe familii și genuri.

Familia *Sphaerioidaceae* cuprinde ciupercile care prezintă picnidii sferice, conice sau piriforme, superficiale sau cufundate în țesut, în cele mai multe din cazuri prevăzute cu un osteol mai mult sau mai puțin pronunțat. Peretele picnidiei de culoare închisă poate fi membranos sau cărbunos. Picnosporii sînt destul de diferiți ca formă, continui sau pluriseptați, hialini sau colorați.

Genul *Phyllosticta* se caracterizează prin picnidii mici, de regulă subepidermice, care apoi erup la suprafață, globuloase, de culoare brună, prevăzute cu un osteol bine diferențiat. Picnosporii se formează pe filamente foarte scurte, ce căptușesc întreaga suprafață internă a peretelui; aceștia se formează în număr foarte mare, sînt mici, ovoizi sau alungiți, continui, hialini și eliminați izolați. Reprezentanții acestui gen determină, în special pe frunzele plantelor atacate, pete în general mici, mai mult sau mai puțin circulare, brune apoi cenușii, în dreptul cărora țesuturile se usucă și se necrozează. Mai importante sînt speciile *Phyllosticta prunicola*, care produce pătarea și perforarea frunzelor de prun, și *Ph. malkoffii*, care produce pătarea albă a frunzelor de bumbac.

Genul *Phoma* cuprinde ciupercile care prezintă picnidii și picnospori cu caractere asemănătoare celor descrise la genul precedent. Speciile acestui gen se dezvoltă însă mai ales pe tulpinile sau pe ramurile tinere și mai rar pe frunze sau pe fructe, iar picnosporii sînt eliminați, înglobați într-o masă gelatinoasă. *Phoma lingam* este cauza putregaiului negru sau a putregaiului uscat al verzei, iar *Ph. destructiva* produce putregaiul negru al tomatelor.

Genul *Ascochyta* se caracterizează prin picnidii subepidermice, izolate, sferice sau ovoidale, cu perete pseudoparenchimatic brun și prevăzute cu un por de deschidere în partea superioară. Picnosporii sînt ovoidali sau alungiți, de regulă bicelulari la maturitate, ușor strangulați în dreptul septei, hialini sau foarte rar cu o tentă gălbuie. Mai importante sînt speciile *Ascochyta pisi*, care produce antracnoza mazării, și *A. hortorum*, care cauzează pătarea brună a frunzelor, fructelor și tulpinilor la pătlăgelele vinete și la ardei.

Fig. 83. — *Septoria petroselini* (original).

Genul *Septoria* cuprinde speciile care prezintă picnidii subepidermice, care apoi erup la suprafață, globuloase sau ovale, cu peretele subțire, neted, bcun și prevăzute cu un osteol (fig. 83). Pe sterigme foarte mici, adesea abia vizibile, care căptușesc întreaga suprafață internă a picnidiei, se formează picnospori fusiformi, filamentoși, drepți sau ușor arcuiți, hialini, unicelulari sau pluricelulari.

În cadrul acestui gen sînt incluse aproximativ 900 de specii, majoritatea fiind parazite tipice pe frunze. Dintre speciile cu importanță practică mai mare menționăm *S. lycopersici*, care produce pătarea frunzelor de tomate (septorioza) ; *S. ampelina*, care determină melanoza viței de vie ; *S. helianthi*, care cauzează pătarea frunzelor de floarea-soarelui, și *S. Chrysanthemella*, frecvent întîlnită pe plantele de *Chrysanthemum*, producînd pătarea frunzelor.

Genul *Coniothyrium* prezintă picnidii mici, membranoase, glabre, globuloase sau puțin turtite, subepidermice, dar care în cele din urmă erup la suprafață. Picnosporii sînt foarte mici, ovali sau eliptici, continui, bruni-cenușii și se formează pe conidiofori abia vizibili. Specii mai importante sînt : *C. diplodiella*, care produce putregaiul alb al strugurilor, *C. concentricum* foarte frecvent pe frunzele de *Yucca filamentosa*, fiind cauza pătării frunzelor, și *C. wernsdorfiae*, parazit pe ramurile de trandafir.

Ordinul *Melanconiales* cuprinde speciile caracterizate prin formarea conidiilor în acervuli mai mult sau mai puțin concave, ce se formează sub epidermă sau cuticulă și care mai tîrziu erup, devenind superficiale. Un astfel de conceptacul este alcătuit dintr-o impletire pseudoparenchimatică mai mult sau mai puțin compactă, în care se formează în palisadă conidiofori simpli sau ramificați, continui sau septați. Pe acești conidiofori care de regulă sînt scurți, se formează lateral sau terminal conidii de forme și culori diferite. La unii reprezentanți ai acestui gen se poate observa printre conidiofori niște organe speciale, numite *sete*, care sînt niște peri, mai mult sau mai puțin rigizi, bruni, dispuși fără ordine sau alcătuind un strat periferic.

Familia *Melanconiaceae* cuprinde ciupercile care prezintă conidii simple sau multicelulare, diferite ca formă și colorit.

Genul *Colletotrichum* este caracterizat prin acervuli de formă discoidală, ce se formează subepidermal sau subcuticular (fig. 84). Conidioforii, dispuși în palisadă, sînt scurți, simpli, continui, hialini. Conidiile se formează terminal pe conidiofori, sînt hialine, ovoide sau alungite, unicelulare. Printre conidiofori se pot observa peri lungi, rigizi, continui sau septați, de culoare brună, caracteristici pentru acest gen. Dintre speciile mai importante menționăm : *C. lindemuthianum*, care produce antracnoza fasolei ; *C. oligochaetum*, care determină antracnoza sau mănarea cucurbitaceelor și *C. lini* care provoacă antracnoza inului.

Genul *Gloeosporium* formează acervuli discoidali, slab colorați, în care se formează conidiofori, dispuși în palisadă, simpli sau ușor ramificați, cilindrici, pe care sînt inserate terminal, conidii hialine, oval-alungite, drepte sau ușor curbate, unicelulare. Formarea în masă a conidiilor este marcată de apariția unei tente rozii în dreptul petelor de pe organele atacate. Printre conidiofori nu se găsesc perii bruni caracteristici genului *Colletotrichum*. Mai importantă este specia *Gloeosporium fructigenum*, care produce putregaiul amar al fructelor de măr și păr.

Genul *Coryneum* prezintă acervuli discoidali sau lenticulari, subepidermali, de culoare închisă. Conidiile sînt ovale sau alungite, bicelu-

lare sau multicelulare, de culoare brun-roşcată. *Corynеum beijerinckii* este una dintre speciile cele mai importante ale acestui gen şi produce ciuruirea frunzelor la speciile de sîmburoase.

Ordinul *Hyphales (Hyphomycetales)* cuprinde ciupercile ale căror organe de înmulţire asexuată nu se dezvoltă într-o picnidie sau acervul, ci direct pe miceliul superficial al ciupercii.

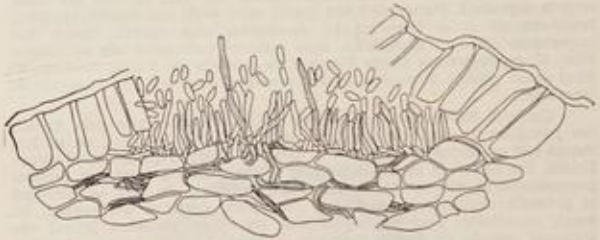


Fig. 84. — *Colletotrichum oligochaetum* (original).

Conidiile se formează pe conidiofori aerieni, care pot fi mai mult sau mai puţin diferenţiaţi, simpli sau septaţi, hialini sau coloraţi, izolaţi sau asociaţi în fascicule numite coremii, sau se dezvoltă pe suprafaţa unor sporodochii. Această mare variabilitate a caracterelor morfologice stă la baza împărţirii în familii şi genuri a următoarelor specii de ciuperci parazite şi saprofite cuprinse în acest ordin.

Familia *Mucedinaceae* cuprinde ciupercile care prezintă conidiofori uneori mai mulţi la un loc, alcătuind tufe, alteori simpli sau diferit ramificaţi, continui sau septaţi, hialini sau slab coloraţi. La extremitatea conidioforilor sau a ramificaţiilor acestora se formează conidii hialine, diferite ca formă.

Genul *Rhynchosporium* prezintă conidii hialine, bicelulare, arcuite în formă de seceră, care se formează pe conidiofori scurţi. Mai importantă este specia *Rhynchosporium secalis*, care produce pătarea frunzelor de orz şi de secară.

Genul *Microstroma* se caracterizează prin conidiofori scurţi, care ies prin stomate, hialini. În partea lor terminală sînt măciucaţi şi se termină cu mici sterigme, pe care se formează conidii hialine, ovoide, unicelulare. Importanţă prezintă specia *Microstroma juglandis*, care produce pătarea albă a frunzelor de nuc.

Genul *Piricularia* prezintă conidiofori lungi, care ies prin stomate, izolaţi sau grupaţi, simpli, septaţi, pe care se formează terminal cîte o conidie hialină, piriformă, de regulă bicelulară. De menţionat este specia *Piricularia oryzae*, care produce arsura orezului.

Familia *Dematiaceae* se caracterizează prin conidiofori şi conidii de culoare închisă, solitare sau grupate.

Genul *Nigrospora* prezintă hife tîritoare simple sau ramificate, multiseptate, pe care se formează terminal sau intercalar conidii sferice, unicelulare, de culoare brună-negricioasă. Se menţionează *Nigrospora oryzae*, care produce putregaiul uscat al ştiuleţilor de porumb.

Genul *Cladosporium* prezintă conidiofori bine diferenţiaţi de filamentele miceliene, simpli sau ramificaţi, septaţi, sinuoşi în partea lor terminală, de culoare brună (fig. 85).

Terminal se formează conidii izolate sau uneori grupate în lanţuri scurte, de forme diferite, cu unul sau mai mulţi pereţi transversali, de culoare brună. Pe măsura dezvoltării conidioforilor, conidiile pot avea o poziţie subterminală sau laterală. Mai importante sînt speciile *C. fulvum* şi *C. cucumerinum*, care parazitează tomatele şi, respectiv, castraveţii, determinînd pete cafenii pe frunze.

Genul *Cercospora* prezintă conidiofori simpli la început, cilindrici, avînd însă la maturitate un aspect noduros datorită cicatricelor rămase în urma detaşării conidiilor; conidioforii sînt de regulă continui, de culoare brună sau măslinie şi se formează mai mulţi la un loc, alcătuind buchete mai mult sau mai puţin compacte. Conidiile se formează terminal sau lateral, solitare, mult alungite şi subţiate către vîrf, drepte sau uşor arcuite, subhialine sau colorate, prevăzute cu mai mulţi pereţi transversali. Importanţă prezintă specia *C. beticola*, care produce pătarea frunzelor de sfeclă (cercosporioza).

Fig. 85. — *Cladosporium cucumerinum* (original).

Genul *Helminthosporium* prezintă conidiofori de culoare brună sau negricioasă, simpli, drepţi sau flexuoşi, septaţi, adesea asociaţi, formînd mici tufe. Conidiile se inserează terminal sau lateral pe mici sterigme de formă conică; ele pot fi cilindrice, cu capetele rotunjite sau ovale, despărţite prin mai mulţi pereţi transversali, cu episporul neted de culoare brună-măslinie. Specia *H. turcicum* produce pătarea brună şi sfîşierea frunzelor de porumb.

Genul *Heterosporium* cuprinde specii care se caracterizează prin conidii de formă cilindrică sau alungit-ovoidală, rotunjită la capete,

cu pereți transversali, cu episporul brun, acoperit cu mici verucozități. Conidioforii sînt simpli, uneori slab ramificați, septați, bruni, dispuși în tufe. Mai importante sînt speciile *H. echinulatum*, care produce înnegrirea garoafelor, și *H. prunetti*, care produce pătarea frunzelor de stînjenel.

Genul *Macrosporium* se caracterizează prin conidiofori bruni, simpli, septați, dispuși în mici buchete. Conidiile se formează terminal, sînt solitare, brune și prevăzute cu mai mulți pereți transversali și longitudinali (aspect muriform). Specia *M. tomato* produce putregaiul negru al tomatelor.

Genul *Alternaria* prezintă conidiofori de culoare închisă, de regulă simpli, septați, grupați în tufe, pe care se formează conidii dispuse în lanțuri mai mult sau mai puțin lungi, piriforme, cu septe transversale și longitudinale cu membrana de culoare brună-închis. Importanță prezintă speciile *A. Solani*, care produce pete brune pe frunzele de cartof, *A. capsici-annui*, care produce alternarioza ardeiului, și *A. zinniae*, care determină pete brune, concentrice pe frunzele de *Zinnia elegans*.

Familia *Stilbaceae* se caracterizează prin conidiofori asociați în coremii, individualizați numai la capete. Conidiile sînt izolate sau se formează în lanțuri, hialine sau brune, unicelulare, globuloase sau elipsoidale.

Genul *Isariopsis* se caracterizează prin conidiofori lungi, asociați în coremii laxe, care poartă conidii ovoidale sau alungite, pluricelulare, slab colorate. Specia *I. griseola* este parazită pe fasole și produce pe frunze pete cenușii de formă unghiulară.

Familia *Tuberculariaceae* se caracterizează prin conidioforii slab colorați, neregulat ramificați, grupați în sporodochii exogene sau endogene, deschise la culoare sau brune. Conidiile hialine sau slab colorate pot fi continui sau despărțite prin mai mulți pereți transversali.

Genul *Fusarium* prezintă sporodochii în formă de pernuțe formate dintr-o împletire mai mult sau mai puțin laxă de hife miceliene pe suprafața cărora se formează conidiofori septați, simpli sau diferit ramificați, ce poartă conidii subcilindrice sau fusiforme, mai mult sau mai puțin arcuite în formă de seceră, septate, hialine. Conidiile sînt ascuțite la vîrf, iar la bază prevăzute cu o teșitură în formă de călcîi.

La ciupercile din acest gen putem întîlni macroconidii tipice dar și microconidii care de regulă sînt unicelulare, ovoidale. De asemenea, la cele mai multe dintre specii se întîlnesc frecvent clamidospori unicelulari sau bicelulari, cu tegumentul neted sau verucos. Dintre reprezentanții acestui gen menționăm speciile : *F. lini*, care produce veștejirea inului ; *F. coeruleum* și *F. solani*, care determină putregaiul tuberculilor de cartof ; *F. oxysporum*, care cauzează traheomicoze la numeroase plante cultivate.

SIMPTOMATOLOGIE

La bolile produse de ciuperci, starea de boală este însoțită în majoritatea cazurilor de manifestări externe, mai mult sau mai puțin intense, numite *simptome*, și care reprezintă reacția plantei-gazdă la activitatea agentului patogen (ofiliri, putrezirea sau uscarea diferitelor organe, pătări ale frunzelor etc.). În anumite cazuri, simptomele pot da indicații precise și imediate asupra cauzei care le-a produs. Astfel prezența tumorilor pe tuberculii de cartofi sînt caracteristice atacului produs de ciuperca *Synchytrium endobioticum* sau apariția unor pete viu colorate în roșu-portocaliu pe frunzele de prun sau de migdal sînt legate întotdeauna de atacul ciupercilor *Polystigma rubrum* și *P. ochraceum*. Sînt însă și cazuri destul de frecvente cînd același simptom poate fi provocat de paraziți diferiți. Simptomele produse de micoze pot fi locale, în care caz se manifestă sub forma unor modificări structurale, localizate precis numai la unele organe (gale, pătări, putreziri etc.), și generale sau sistemice, cuprinzînd organismul în întregime (ofilire, pictire etc.).

Îngălbenirea țesuturilor în jurul locului de infecție este un simptom foarte frecvent. Numeroase pete necrotice ale frunzelor încep, de regulă, cu îngălbenirea țesuturilor. La multe micoze, apariția petelor necrotice sau a sporulațiilor pe suprafața organelor atacate sînt însoțite de îngălbenirea țesutului din jurul acestora (alternarioza frunzelor de ardei și de cartof, ruginile etc.).

Pătarea este un simptom foarte comun al bolilor produse de ciuperci în special la frunze, pe care apar porțiuni necrotice precis delimitate, foarte variate ca formă, mărime și culoare. Dintre cele mai caracteristice menționăm pătările produse de ciuperci din genurile : *Septoria, Phyllosticta, Cercospora, Venturia, Polystigma* etc. Unele dintre aceste pete prezintă cercuri concentrice (stratificări caracteristice petelor produse pe frunze de ciupercile *Alternaria solani, Coniothyrium concentricum* etc.) sau prezintă în jur un halou colorat diferit (galben, roșu, caracteristic ciupercilor *Cercospora* sp., *Colletotrichum* sp., *Ramularia* sp. etc.). Coloritul diferit al petelor se datorește în majoritatea cazurilor dezvoltării aparatului vegetativ sau fructificațiilor ciupercilor ori înroșirii și brunificării țesuturilor ca urmare a acumulării de antocian sau tanin în țesuturile necrotice (înroșirea frunzelor de viță de vie atacate de *Pseudopeziza tracheiphila*).

Pătările nu sînt însă limitate numai la frunze ; ele pot apărea și pe alte organe : flori, fructe, tulpini, rădăcini (produse de ciuperci din genurile *Gloeosporium, Phoma, Glomerella, Stemphylium* etc.).

Simptomele necrotice caracteristice pentru multe micoze sînt acelea care duc la degenerarea și la mortificarea țesuturilor. De cele mai multe ori, necrozele sînt localizate sub formă de dungi pe frunze (*Hel-*

minthosporium turcicum sau *Heterosporium prunetti)* de puncte necrotice (pe frunzele de viță atacate de *Plasmopara viticola)* sau prezintă un caracter general, cuprinzînd suprafețe de forme și mărimi diferite, în dreptul cărora țesuturile se brunifică și se mortifică. Cînd țesutul din dreptul petelor necrotice se desprinde și cade, simptomul este cunoscut sub denumirea de ciuruire sau perforare (*Phyllosticta prunicola* și *Coryneum beijerinckii*, care produc ciuruirea frunzelor de simburoase).

Uneori, ca urmare a reacției plantei-gazdă față de activitatea agentului patogen, se produc scurgeri de exudate mucilaginoase (la castraveții atacați de *Cladosporium cucumerinum*) sau de clei (la speciile de simburoase atacate de *Coryneum beijerinckii*).

Putregaiul reprezintă stadiul de descompunere parțială sau totală a organelor atacate de diferite ciuperci. Acestea pot să apară pe toate organele plantelor, dar mai ales pe cele suculente (fructe, rădăcini, bulbi). Putregaiurile pot fi umede (*Monilinia* sp., *Penicillium* sp., *Trichothecium roseum*, *Sclerotinia sclerotiorum* etc.) sau uscate (*Phoma lingam*, *Nigrospora oryzae*, *Fusarium* sp.).

Ofilirile constituie un simptom specific îmbolnăvirilor vasculare (traheomicoze), provocate de ciuperci din genurile *Verticillium* și *Fusarium*, care prin obturarea fasciculelor vasculare, ca și prin toxinele elaborate, determină pieirea plantei sau a organelor atacate. Ofilirile pot avea și un caracter secundar, ca rezultat al proceselor necrotice, atunci cînd mortificarea țesuturilor progresează pînă la sistemul vascular (necroza și putrezirea bazei tulpinii la castraveți și la floarea-soarelui produse de *Sclerotinia sclerotiorum*). Atunci cînd ofilirea plantelor sau a anumitor părți ale acestora are un caracter brusc și se desfășoară cu rapiditate, fenomenul este cunoscut sub denumirea de apoplexie (pieirea sau apoplexia caisului provocată de diferite specii de *Valsa*, *Cytospora* etc.). Ofilirea monilioasă a vișinului, care se manifestă în perioada înfloritului, are tot un caracter apoplectic.

Unele micoze pot determina o dezvoltare anormală a plantelor sau numai a unor părți ale acestora, caracterizate fie printr-o inhibare a dezvoltării întregii plante sau numai a unor organe (simptome hipoplastice, atrofiere sau nanism), fie printr-o dezvoltare exagerată a țesuturilor sau organelor atacate (simptome hiperplastice, hipertrofii, gigantism).

Atrofiile sînt rezultatul modificărilor degenerative concretizate în inhibarea dezvoltării unor organe atît în ceea ce privește forma, cît și dimensiunile. Atrofiile pot fi locale, limitate numai la unele părți sau organe, sau pot cuprinde întreaga plantă, care prezintă în acest caz o dezvoltare inferioară față de normal (piticirea plantelor de floarea-soarelui atacate de *Plasmopara helianthi* sau a grîului atacat de *Tilletia controversa*).

Hipertrofiile sînt opusul simptomelor precedente și care de asemenea pot interesa întreg organismul (hipertrofii organoide) sau numai anumite părți ale acestuia (hipertrofii histioide). Ca exemple de hipertrofii organoide sînt așa-numitele „mături de vrăjitoare", produse de

ciuperci din genul *Taphrina* la cireș, prun, arțar, mesteacăn sau de diferite rugini *(Aecidium elatinum* la brad și *Puccinia arrhenatheri* la unele specii de *Berberis)*. Dintre hipertrofiile histioide menționăm excrescențele (gale, micocecidii, tumori) provocate pe rădăcinile de varză de ciuperca *Plasmodiophora brassicae*, pe rădăcinile unor specii de *Medicago* produse de *Urophlyctis alfalfae* sau pe tuberculii de cartof provocate de ciuperca *Synchytrium endobioticum*.

TRANSMITEREA BOLILOR PRODUSE DE CIUPERCI

Ciupercile fitopatogene, ca și alți agenți patogeni (virusuri-bacterii), au o mare capacitate de înmulțire și o variată gamă de posibilități de vehiculare și transmitere. Factorul cel mai important în transmiterea bolilor în general îl constituie sursa de infecție. După G ă u m a n n (1951), principalele surse de infecție fitopatogenă sînt: 1) plantele infectate; 2) fazele sau formele saprofite din ciclul de dezvoltare al ciupercilor, care se păstrează pe părțile moarte ale plantelor sau în sol; 3) sporii în perioada de repaus sau alte forme sub care iernează ciupercile parazite.

Plantele infectate sînt izvorul cel mai frecvent, sursa cea mai bogată de transmitere a agenților fitopatogeni și în mod special a ciupercilor. Ciupercile fitopatogene au, de regulă, mai multe generații. Din primele focare formate din infecții primare se produc noi și noi infecții, care se transmit de la o plantă la alta, și, dacă condițiile sînt favorabile, iar plantele au sensibilitate mare și se găsesc în faze receptive, au loc invazii cu urmări economice grave. Astfel se transmit speciile de *Puccinia* care produc ruginile la cereale, ciupercile din genul *Venturia* care produc rapănul merelor și perelor, *Plasmopara viticola*, *Phytophthora infestans*, care produc, respectiv, mana la viță și la cartof etc.

Formele saprofite din ciclul de dezvoltare reprezintă în general sursa de infecție primară și sînt frecvente.

Exemplu tipic din această categorie pot fi citate speciile de *Venturia* care își dezvoltă în stadiul saprofit forma perfectă (peritecii cu asce și ascospori care își desăvîrșesc ciclul în frunzele moarte căzute pe sol sau în sol). Către sfîrșitul iernii și începutul primăverii, periteciile se maturează și se diferențiază ascele care conțin ascospori, care sînt apoi proiectați (puși în libertate îndată ce sînt anumite condiții climatice). La fel se produc infecții la ciuperca *Polystigma rubrum*, care produce pătarea roșie a frunzelor de prun.

Sporii sau *micelîul* în perioada de repaus de asemenea constituie o sursă foarte bogată de infecție. Ca și în cazul precedent, pentru per-

petuare speciile de ciuperci parazite s-au adaptat pentru condiții de mediu temporar neprielnice cu forme de rezistență care se prezintă sub formă de spori de rezistență, cum ar fi teleutosporii la ciupercile care produc rugini, oosporii la oomicete, achinetosporangii de la *Synchytrium endobioticum* ș.a., fie sub formă de micelliu de rezistență, cum e cazul la ciuperca *Clasterosporium carpophilum*, care produce ciururirea frunzelor la simburoase, diferite specii de *Erysiphe* care produc făinările la plante și multe altele. În iernile blînde, în zonele temperate și mai ales în zonele fără scăderi mari de temperatură se întîlnește foarte frecvent păstrarea sursei de infecție sub formă de micelliu obișnuit sau de conidii. În climatul nostru se întîlnește frecvent iernarea sub formă de conidii a ciupercilor din genurile : *Monilia*, care produce putregaiul fructelor și veștejirea ramurilor ; *Venturia*, care produc rapănul la meri, peri, pruni, cireși și la alte specii cultivate și spontane.

Modul de transmitere al ciupercilor fitopatogene este de asemenea foarte variat, agenții sau factorii care vehiculează sursa de infecție fiind de asemenea diferiți în funcție de condiții, mod de transmitere, specificul agentului patogen etc.

— *Transmiterea directă* de la plante bolnave la plante sănătoase are loc în cadrul aceleiași culturi sau chiar la aceleași plante. Organele bolnave vin în contact direct cu cele sănătoase, fie prin atingerile care au loc în urma mișcărilor provocate de vînt sau cu ocazia lucrărilor, fie prin procesele de creștere, cînd porțiunile sănătoase se infectează, venind în contact cu cele bolnave. Asemenea tip de infecție este foarte frecvent la speciile de *Ustilago*, care produc tăciuni la cereale, porumb ; la specii de *Puccinia*, care produc rugini ; la *Peronosporaceae*, care produc mana la viță, cartof, tutun, ceapă, precum și la alte multe ciuperci fitopatogene.

— *Transmiterea prin înmulțiri vegetative* este mai puțin specifică la micoze, ea fiind mult mai frecventă la virusuri și la bacterii. Sînt însă mulți agenți fitopatogeni din rîndul ciupercilor care se transmit și prin altoire. Cazuri frecvente găsim la vița de vie, unde se poate ușor transmite antracnoza produsă de ciuperca *Gloeosporium ampelophagum*, putregaiul vițelor în seră produs de *Botrytis cinerea*, făinarea viței produsă de *Uncinula necator* ș.a. Sînt multe boli produse de ciuperci care se transmit prin butași, tuberculi, rizomi și alte organe vegetative folosite la înmulțire. Foarte frecvente sînt fuzariozele produse de ciuperci din genul *Fusarium*, la cartof, la plantele ornamentale etc.

— *Transmiterea prin semințe* este un mod de transmitere specific la unele ciuperci fitopatogene la care infecția este seminală, cum ar fi la tăciunele zburător al grîului, produs de *Ustilago tritici* ; la tăciunele orzului, produs de *Ustilago nuda* ; mana la floarea-soarelui, produsă de *Plasmopara helianthi* ș.a. Sînt de asemenea cazuri foarte frecvente de transmitere a ciupercilor fitopatogene prin spori la suprafața seminței, cum sînt : mălura produsă de *Tilletia* sp., fuzariozele produse de *Fusarium* sp., diferite putregaiuri produse de paraziți sau de saprofiți, ca *Penicillium*, *Aspergillus*, *Botrytis* etc.

— *Transmiterea* prin sol este un caz foarte frecvent. Solul constituie un adăpost deosebit de prielnic pentru marea majoritate a ciupercilor fitopatogene. Sursa de infecție se poate păstra direct în sol, așa cum e cazul multor specii de ciuperci, ca *Synchytrium endobioticum*, care produce rîia neagră la cartof, specii de *Ustilago* care produc tăciuni la cereale, la porumb, specii de *Fusarium* și multe altele. Foarte multe ciuperci se păstrează și se transmit prin sol cu resturile vegetale rămase de la plantele bolnave. Aici se pot da exemple ca *Pythium de baryanum*, *Plasmopara viticola*, *Ophiobolus graminis* și *Cercosporella herpotrichoides*, care produc înnegrirea bazei tulpinilor și căderea cerealelor, precum și multe altele.

Înmulțirea sursei de infecție în sol are loc atunci cînd nu se respectă regulile agrotehnice, și mai ales rotația culturilor, cînd se produce un dezechilibru în flora din sol și cînd, din anumite cauze, se reduce flora și fauna antagonistă tot ca urmare a unei exploatări irațională a terenurilor cultivate.

O mare acumulare de sursă infecțioasă are loc pe suprafețele acoperite, în spații de cultură închise, cu climat artificial (sere, răsadnițe, înmulțitoare, solarii etc.). Cultivarea pe același sol an de an a aceleiași specii, condițiile excepționale de temperatură și umezeală, lipsa unei sterilizări naturale a solului prin înghețuri și insolație fac ca în aceste locuri să nu mai fie practic posibilă cultura plantelor dacă nu se iau măsuri excepționale fitosanitare de ordin profilactico-preventiv și în aceeași măsură și curativ. În marile combinate de sere construite pînă în prezent au devenit endemice bolile produse de ciuperci din genurile *Pythium*, *Rhisoctonia*, *Phytophthora*, *Fusarium*, *Verticillium* etc. În sere, la culturile de tomate sînt foarte frecvente atacurile de *Cladosporium fulvum* ; de asemenea se înregistrează pierderi în urma atacului de mană la salată, produsă de ciuperca *Bremia lactucae* ; de mană la tomate, produsă de ciuperca *Phytophthora infestans* ; de pătarea frunzelor de ardei, produsă de *Alternaria capsici-annui* etc.

— *Transmisiunea prin vînt* a ciupercilor fitopatogene este de asemenea foarte frecventă. Curenții de aer vehiculează sporii la distanțe mari și facilitează infecții grave mai ales cînd aceștia sînt rezistenți la uscăciune și la insolație.

Sînt cazuri cînd transmiterea infecției prin vînt se face în salturi cu ajutorul curenților de aer, cum este la mana tutunului, produsă de *Peronospora tabacina*. După datele de pînă acum, această ciupercă nu poate ierna în țara noastră, din cauza temperaturilor scăzute din timpul iernilor. Primele infecții se produc în țările sudice cu primăveri mai timpurii (Turcia-Grecia). De la locurile primelor infecții se produc alte infecții în zone mai apropiate de țara noastră și de aici la noi cînd tutunul se găsește în răsadnițe și unde se poate puternic infecta dacă nu se iau măsuri severe de preîntîmpinare a atacurilor.

— *Transmiterea prin apă* se realizează fie prin mișcarea în sol, fie la nivelul solului sau prin antrenarea sporilor din atmosferă prin ploaie. Astfel, la mana cartofului, tuberculii din sol se infectează cu conidii produse pe frunze și duse de către apa în mișcare verticală. Apa de inundații la nivelul solului produce adesea răspîndirea infecțiilor cu ciuperci patogene, mai ales la plantele la care sînt atacate organele din sol, cum ar fi la *Synchytrium endobioticum*, care produce rîia neagră a cartofului. Cursurile riurilor de asemenea poartă spori și porțiuni de plante atacate.

— *Transmiterea prin insecte* este posibilă la un mare număr de ciuperci fitopatogene și este specifică, de exemplu, la *Claviceps purpurea*, care produce cornul secarei; *Fumago vagans*, care produce fumagina și care se dezvoltă pe resturile funcționale ale unor afide și coccide. Multe dintre insecte creează porți de pătrundere pentru unii agenți patogeni, așa cum este cazul la *Monilia*, care infectează fructele atacate de *Carpocapsa*, putregaiul strugurilor produs de *Botrytis cinerea* în urma atacurilor de *Eudemis*, diferite ciuperci parazite și saprofite care produc putrezirea tuberculilor de cartofi în urma atacurilor de *Agriotes* sp. etc.

În afară de insecte, multe animale vertebrate mai ales din rîndul păsărilor sau animalelor sălbatice, ca iepuri, șobolani, șoareci, cîrtițe etc., sînt vectori ai ciupercilor fitopatogene.

— *Transmiterea prin lucrări agrotehnice* este frecventă la multe ciuperci fitopatogene și se realizează fie prin lucrări de sol, lucrări de tăieri la pomicultură sau fasonări de răsaduri, fie prin răniri cu unelte, călcarea de către animale etc. Aceste cazuri sînt cu atît mai frecvente, cu cît nu se iau măsuri pentru dezinfectarea uneltelor, pentru prevenirea rănirilor, dezinfectarea locului unde s-au făcut tăieri etc.

— *Transmiterea de către om* este foarte frecventă și se face prin forme foarte diverse. Omul poate transmite agenții fitopatogeni, involuntar, prin lucrări, prin îmbrăcăminte, prin călătorii și prin transport de material semincer și săditor de la un loc la altul. Omul a facilitat transmiterea de la distanțe foarte mari, aproape voit în tendința de a-și mări sortimentul de plante și mai ales sustrăgîndu-se de la controalele fitosanitare exercitate de carantina externă și internă. Așa s-au vehiculat din America ciupercile *Uncinula necator*, care produce făinarea viței, și *Plasmopara viticola*, care produce mana viței, *Synchytrium endobioticum*, *Phytophthora infestans* și multe alte boli.

IMPORTANȚA ECONOMICĂ ȘI COMBATERE

Bolile produse de ciuperci au o mare importanță pentru producția agricolă, unele dintre ele putînd diminua mult recoltele în condiții favorabile de atac și dacă nu se iau măsuri energice de profilaxie și combatere.

Dacă s-ar enumera cîteva dintre principalele culturi agricole și s-ar calcula și pagubele care se produc datorită atacurilor de boli, s-ar constata că toate plantele și toate culturile dau tributuri substanțiale. În raportul Departamentului de Stat al Agriculturii din S.U.A. din 1953 se arată că pierderile pricinuite de boli în agricultura acestei țări se ridică anual la trei miliarde de dolari. Se citează că numai ruginile grîului au provocat pagube în statul Minnesota și în alte state de peste 60% în unii ani de epifitoții. În U.R.S.S., la fel, se citează pagube anuale de 25—30% în horticultură și de 10—20% în agricultura mare, datorate de asemenea atacului de boli. În țara noastră, pierderile sînt încă mari, cu toate eforturile care se fac pentru o mai bună organizare a profilaxiei și combaterii bolilor produse de ciupercile fitopatogene.

Mana viței de vie, care a pustiit viticultura Europei cu trei sferturi de secol în urmă, continuă să prejudicieze anual cel puțin 5% din recoltă, iar în anii favorabili bolii, cu mult mai mult. Mana cartofului face și în prezent pagube considerabile. Dacă am lua anul 1966, cel mai recent an de invazie, se constată că, pe lîngă pierderile mari de recoltă, producția acestui an a prezentat mari greutăți la păstrare din cauza infecțiilor puternice la tuberculi. Tăciunii, mălura și ruginile la cereale continuă să provoace pagube de 5—10% și chiar mai mult. Caz special de extindere și nu de limitare prezintă tăciunele zburător al orzului, produs de ciuperca *Ustilago nuda*. Rapănul merilor și perilor, făinarea la măr și piersic, ciuruirea frunzelor la sîmburoase, moniliozele și multe alte boli dăunătoare livezile și depreciază simțitor fructele, făcîndu-le inapte pentru consumul în stare proaspătă și mai ales pentru export.

Un domeniu nou care se dezvoltă în țara noastră este horticultura în spații acoperite. Culturile de tomate, ardei, vinete, castraveți, salată, diferite specii ornamentale sînt puternic atacate și se produc pagube enorme de către o gamă largă de agenți patogeni din rîndul ciupercilor parazite.

Acestea sînt doar cîteva aspecte economice care justifică pe deplin un „război" organizat împotriva acestor inamici, care domină prin forța numerică și prin posibilități mari de atac.

Profilaxia micozelor este o problemă căreia i se dă insuficientă atenție, făcîndu-se apel prea des la combaterea chimică sau prin alte metode curative foarte costisitoare și nu totdeauna cu rezultatele cele mai bune. Prevenirea atacurilor, a epifitoțiilor de ciuperci fitopatogene presupune un mod organizat de aplicare a unui complex de măsuri adecvat condițiilor, culturilor și mai ales specificului grupelor și chiar speciilor de agenți patogeni. Principalele măsuri prin care se pot preveni atacurile produse de ciupercile fitopatogene sînt:

Folosirea de soiuri rezistente. Soiurile rezistente înlătură toate neajunsurile de toxicitate, distrugerea echilibrului biocenotic, neeconomicitate, inconstanță în eficacitate și alte multe fenomene pe care le comportă chimioterapia.

În prezent se fac eforturi în toate țările de pe glob și se poate afirma că în domeniul activității științifice selecția la rezistență ocupă un prim loc. Există în prezent soiuri de cereale rezistente la rugini, la mălură, la tăciuni, există multe soiuri de cartof rezistente la rîia neagră, există soiuri de viță rezistente față de mană etc., etc.

Eforturile acestea sînt prezente și în țara noastră și se întrevăd în perspectivă măsuri și mai energice pentru realizarea de linii, hibrizi și soiuri cu valoare economică mare și rezistență la boli și la dăunători.

Folosirea de material semincer și săditor sănătos. Recunoașterea culturilor semincere libere de atac, a plantelor-mame de la care se recoltează butași sau ramuri-altoi, dezinfectarea acestora înainte de a fi folosiți constituie de asemenea o măsură absolut necesară în producția agricolă. În țara noastră există aproape la toate culturile un sistem de producere de semințe și o rețea vastă de aprobatori, care, pe lîngă puritatea biologică legată de specie și soi, urmărește în aceeași măsură și sănătatea culturilor. O cultură de orz cu 5—10% atac de tăciune zburător produs de *Ustilago nuda* sau o cultură de floarea-soarelui cu 4—5% atac de mană produsă de *Plasmopara helianthi* pot duce la situații care să pericliteze economicitatea semănăturilor realizate cu aceste semințe. Dezinfectarea organizată în sistem pe întreaga țară a dus la reducerea considerabilă a atacului de mălură la grîu etc.

Măsuri de carantină. Foarte multe boli produse de ciupercile fitopatogene au un areal limitat pe teritoriul țării, cum este, de exemplu, rîia neagră a cartofului; altele însă nu au fost încă introduse din țările unde sînt foarte păgubitoare. Pentru acestea este nevoie să se ia măsuri organizatorice de limitare și restrîngere a focarelor și de preîntîmpinare a introducerii celor din grupa secundă. Așa, de exemplu, ciuperca *Diplodia zeae*, un parazit periculos de carantină pentru porumb, ar putea face pagube considerabile dacă ar fi introdusă și s-ar răspîndi. În aceeași situație sînt încă mulți agenți fitopatogeni înscriși pe lista de carantină internă și externă, pentru care specialiștii veghează cu grijă și competență.

Mixomicetoze

Mixomicetozele sînt afecțiuni parazitare produse de organismele vegetale denumite mixomicete. Acestea constituie o grupă de organisme saprofite sau parazite, lipsite de pigment trofic, compuse dintr-o masă protoplasmatică-gelatinoasă, fără membrană, cu vacuole și nuclei. În stadiul de reproducere formează spori. Mixomicetele mai puțin evoluate se prezintă sub formă de amibă, care deseori se asociază, constituind plasmodii. Cînd în plasmodiu amibele își păstrează individualitatea, se numește *plasmodiu agregat* (fals). Cînd însă se asociază, contopindu-se, se formează un *plasmodiu fuzionat* (adevărat). Acesta este de fapt tipul cel mai des întîlnit la mixomicete.

Stadiul de fructificare se caracterizează prin apariția de spori care apar în mod endogen în sporangii sau în mod exogen în sporofori.

Apartenența mixomicetelor în cadrul evoluției lumii organice a constituit subiect de lungi discuții contradictorii, neclarificate nici pînă în prezent. Caracterele lor au făcut pe unii sistematicieni să le treacă sau să le apropie de grupele animale. După concepții mai noi, formele primitive ale mixomicetelor au fost organisme fără membrană, în colonii, care cu timpul în evoluție s-au închistat și au apărut mixamibele biflagelate. Stadiul acesta biflagelat s-a păstrat la genul *Plasmodiophora*, pe care unii autori îl atribuie la mixomicete. Faptul că organismul mixomicetelor este un plasmodiu fără membrană, în clasificările unor zoologi au fost trecute la încrengătura *Protozoa*, clasa *Rhizopoda*. Totuși, caracterul lor vegetal a fost demonstrat pe baza modului de înmulțire prin spori, acesta fiind decisiv pentru poziția unui organism în scara evoluției.

Astfel, din punct de vedere botanic, mixomicetele fac parte din încrengătura de sine stătătoare *Myxophyta*.

Ordinul *Acrasiales* prezintă un grup de circa 20 de specii, care trăiesc ca saprofite pe gunoi, frunze căzute și pe lemn. La acestea, după germinarea sporilor se formează mici amibe care conțin un singur nucleu și una sau mai multe vacuole digestive în care sînt digerate bacterii sau fracțiuni de material organic. Amibele se măresc și se divid repetat; perechile se copulează, dînd naștere la zigoți, care se grupează și dau naștere la plasmodii agregate (fig. 86).

La înmulțire, plasmodiul se transformă într-un ghem de spori sesili sau cu pedicel scurt ori se formează o grupare de spori de formă cilindrică sau conică.

Ordinul *Labyrinthulales* are reprezentanți puțin cunoscuți. Speciile care-l compun se comportă ca paraziți pe alge și pe alte plante de

Fig. 86. — Plasmodiu agregat de *Acrasiales* (după Vacek).

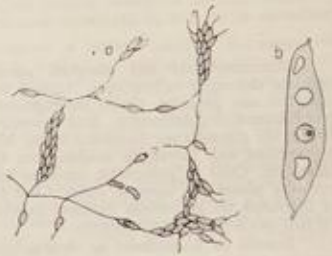


Fig. 87. — Tipuri de plasmodiu la *Labyrinthulales* (după Vacek).
a, rețea; b, sită.

apă dulce sau marină. Amibele care iau naștere prin germinarea sporilor formează cordoane la care celulele apicale poartă niște filamente subțiri, incolore, de 8—10 ori mai lungi decît celulele. Filamentele acestea se contopesc, dînd naștere la un plasmodiu în rețea sau sită (fig. 87).

Ordinul Myxogastrales, denumit și *Myrogastres*, este cel mai numeros, cuprinzînd peste 50 de genuri, cu mai mult de 400 de specii. Un număr foarte mic de specii se comportă ca parazite, restul fiind saprofite pe resturi vegetale, frunze moarte și lemn în curs de putrezire. Din spori ies celule dotate cu cîte un singur flagel; acestea se divid și pierd flagelul, transformîndu-se în mixamibe, care se mișcă cu ajutorul picioarelor false (pseudopodiilor). Mixamibele se copulează și formează zigoți, care se unesc într-un plasmodiu multinuclear. Organele de fructificație sînt sporofori sau sporangi cu aspect morfologic foarte diferit.

Ordinul *Myxogastrales* se împarte în două grupe :

— *Exosporeae*, care cuprinde un singur gen, *Ceratiomyxa*, la care sporii apar pe suprafața sporoforilor gelatinoși și ramificați ;

— *Endosporeae*, la care sporii se dezvoltă în interiorul sporangiilor.

La *Endosporeae*, sporii sînt aproape întotdeauna sferici, cu pereții compuși din două straturi și care în mediu uscat își mențin puterea germinativă mai mulți ani. Sporul la germinare formează o amibă care în scurt timp dezvoltă un flagel. Pe uscat se mișcă ca amibă, iar în apă

cu ajutorul flagelului. După un anumit timp pierd flagelul și se mișcă cu ajutorul pseudopodiilor. Mixamibele se divid, se copulează cîte două și formează zigoți, care prin contopire formează plasmodii mari, care pot ajunge la cîțiva centimetri pătrați. Cînd se epuizează sursele de hrană, are loc fructificația, de regulă retrăgîndu-se pe locuri mai uscate. Dintre mixomicetele care produc pagube culturilor agricole se citează speciile : *Physarum cinereum*, care se extinde uneori pe pajiști, acoperind iarba și împiedicînd plantele să se dezvolte normal ; *Physarum gyrosum*, care se poate extinde pe plantele din sere și din răsadnițe ; *Physarum muscorum* și *Fuligo septica*, care își pot extinde plasmodiul pe plantulele abia răsărite pe care le asfixiază. *Mucilago spongiosa* de asemenea poate apărea în islazuri și fînețe în cantități așa de mari, încît plantele nu pot fi păsunate și nici iarba nu poate fi folosită ca fin.

Împotriva tuturor speciilor de mixomicete care dăunează culturilor și plantelor spontane se pot aplica tratamente cu zeamă bordeleză sau prăfuiri cu sulf. Toate mixomicetele sînt sensibile la fungicide, iar prin tratamente se pot obține rezultate bune.

Ficoze

Sub denumirea de ficoze sînt cuprinse bolile parazitare produse de alge. Această grupă de organisme vegetale are reprezentanți care în majoritate au un mod de viață autotrof și trăiesc independent, procurîndu-și substanțele organice prin sinteză proprie. Sînt însă un însemnat număr de specii de alge care sînt dependente de alte organisme, prezentînd un grad mai mic sau mai mare de parazitism. Tipic parazite sînt cele care nu au pigment trofic și se hrănesc exclusiv pe seama plantelor-gazdă *(Harweyella, Rhodochytrium)*.

Algele, după locul de pătrundere și fixare pe planta-gazdă sau pe alte substraturi, se împart în: *epifite* și *endofite*.

Bolile produse de alge la plantele cultivate sînt puține, deoarece mediul acvatic se folosește puțin pentru plantele din cultură. Un caz de acțiune dăunătoare îl constituie înmulțirea excesivă a algelor verzi în orezării, care prin pîsla groasă pe care o formează la suprafața apei împiedică plantele să crească normal. În această situație nu avem însă de-a face cu un caz de parazitism. Din contră, atunci cînd vegetația de alge are un volum foarte redus, ea este favorabilă culturii orezului prin îmbogățirea apei în oxigen.

Pîsla de alge, cînd e groasă, se poate distruge fie prin stringerea ei cu greble, fie prin desecarea temporară a parcelelor de orez, sau pe cale chimică, introducînd sulfat de cupru în apa din orezării. Concentrația de 1 : 200 000 este suficientă pentru a împiedica dezvoltarea algelor fără a dăuna culturii. Aceasta se poate realiza prin punerea de săculeți de sulfat de cupru în șuvoiul de apă cu care se umplu parcelele de orez.

Lichenoze

Lichenozele sînt afecțiuni produse de licheni *(Lichenes)*. Corpul lichenului este un tal, compus din doi parteneri diferiți din punct de vedere botanic. Astfel, lichenul reprezintă o asociație simbiontă între o ciupercă heterotrofă și o algă cu însușiri autotrofe.

Talul este format din hifele miceliene ale ciupercii care determină forma lichenilor, iar alga se găsește în interiorul miceliului, răspîndită uniform sau concentrată într-o anumită parte a talului. Majoritatea ciupercilor din licheni aparțin clasei *Ascomycetes* și numai un număr redus de licheni sînt formați cu specii de ciuperci din clasa *Basidiomycetes*. Algele din componența lichenilor aparțin fie grupei algelor verzi *(Chlorophyta)*, fie grupei algelor albastre *(Cyanophyta)*.

Deși au aspectul unei asociații, lichenii prezintă morfologic și fiziologic un tot unitar. Ciuperca și alga au totuși funcții și relații care le individualizează, putînd fi studiate fiecare în parte. În mod curent, miceliul ciupercii înglobează alga, exploatînd-o și folosindu-i asimilatele pe care nu și le poate procura, neavînd pigmenți trofici. Alga găsește, în schimb, condiții de viață favorabile în interiorul ciupercii, pe care și le poate procura mai greu de pe alte substraturi.

Gradul de dependență este totuși mai mare la ciupercă, deoarece asimilatele algei constituie o condiție indispensabilă, majoritatea algelor putînd trăi liber în natură. Există însă în natură și cazuri cînd din simbioză ciuperca parazitează alga, trimițînd prelungiri ale hifelor în interiorul celulei algei.

Morfologia lichenilor este foarte diferită. Se deosebesc în general trei tipuri de bază cu forme de trecere între ele: tipuri cu talul în formă de tufă, fixat într-un punct de substrat; tipuri în formă lamelară, cu talul plat fixat ușor de substrat cu partea dorsală; tipuri crustacee, cu talul concrescut fix pe substrat, uneori pătrunzînd chiar în substrat. Există însă forme de licheni care fac trecerea de la un tip la altul.

Înmulțirea lichenilor. Deosebim cazuri de înmulțire vegetativă, cînd ambii parteneri participă prin fracționare, și cazuri cînd partenerii se înmulțesc separat. În primul caz, cînd talul este uscat, fiind fărîmicios, se rupe, se mărunțește și astfel fiecare porțiune poate da loc la un nou organism dacă sînt condiții favorabile. Fracționarea lichenilor are loc prin loviri, frecări de ramuri pe care se găsesc licheni, prin smul-

gerea lor de către animale, păsări etc. În toate cazurile, porțiunile detașate pot servi la înmulțire. Sînt de asemenea cazuri în care se formează organe de înmulțire vegetativă. Astfel, pe tal apar excrescențe simple sau ramificate, izolat sau îngrămădite, numite *isidii*, care se fărîmițează pe timp uscat și reproduc lichenul. În fiecare fracțiune de miceliu se găsesc și celule de alge care asigură mai departe perpetuarea cuplului din care e format lichenul. Alte organe de înmulțire vegetativă sînt formațiile mici, pulverulente, numite *soredii*. Fiecare soredie este compusă dintr-o țesătură de miceliu, în care se găsesc întotdeauna și celule ale algei.

Înmulțirea separată se întîlnește mai frecvent la ciuperca lichenului. Astfel, pe suprafața talului sau în interior apar fructificații sub formă de peritecii sau apotecii, care, de regulă, sînt perene. Acestea produc spori, care sînt transportați de diferiți agenți vehiculatori și, în cazul că la locul unde este transportat găsește alga respectivă, se formează un nou lichen. Înmulțirea prin spori este mai anevoioasă decît cea vegetativă, deoarece noul organism este condiționat de prezența întîmplătoare a algei.

Lichenii sînt capabili să se dezvolte în locuri cu condiții foarte diferite. Astfel ei sînt mai abundenți pe scoarța arborilor, pe lemnul în descompunere, pe humus, turbă, pe sol, pe stînci din diferite roci etc. În general, lichenii sînt des întîlniți în condiții extreme, unde nu se pot dezvolta alte plante.

Clasificarea lichenilor. Unele sisteme de clasificare mai vechi se bazează pe morfologia și pe anatomia talului.

Sistemele moderne sînt bazate pe structura și pe anatomia fructificațiilor și ale sporilor ciupercii și așază lichenii în ordinea evoluției. După tipurile de spori, se deosebesc două grupe principale : *Ascolichenas*, lichenii în a căror componență intră ciupercile *Ascomycetes*, și *Hymenolichenes*, lichenii în a căror componență intră ciupercile *Basidiomycetes*. După tipurile de fructificații, grupul *Ascolichenes* se împarte în *Pyrenocarpi* (cu peritecii) și *Gymnocarpi* (cu apotecii). Clasificarea mai departe în ordine și familii se face pe baza aceluiași principiu.

Pagubele produse de licheni. Importanță fitopatologică prezintă mai mult speciile epifite al căror substrat îl constituie scoarța arborilor fructiferi și a speciilor forestiere.

Nu în toate cazurile lichenii de pe scoarța arborilor sînt dăunători. Cele mai multe dintre efectele vătămătoare sînt produse de influențele secundare ale prezenței vegetației lichenilor pe tulpinile și pe ramurile arborilor. Astfel există influențe nefavorabile produse de microclima schimbată la suprafața scoarței sub vegetația lichenilor. Aici lichenii acționează ca strat izolator, îngreuind metabolismul gazelor din țesuturile arborilor și din mediul ambiant, mai cu seamă în cazul ramurilor subțiri. Prin însușirea lichenilor de a capta și acumula în țesuturile lor cantități mari de apă, ei produc o umectare de durată a substratului

și creează astfel la suprafața tulpinii și a ramurilor un microclimat umed, care prezintă un mediu favorabil pentru dezvoltarea diferitelor boli ale ramurilor și trunchiului. În vegetația de licheni de pe arbori își găsesc mediul favorabil și adăpost diferite specii de insecte dăunătoare. Se cunoaște însă că în vegetația lichenilor de pe scoarță, în afară de agenții patogeni și de insectele dăunătoare, se mai găsesc și antagoniștii, prădătorii acestora. De aceea se face simțită nevoia de a studia mai profund flora și fauna care se dezvoltă pe licheni.

O acoperire mai bogată cu licheni a arborilor are un rol important în ceea ce privește condițiile de umiditate ale mediului din livezi și păduri. O cantitate însemnată de apă de ploaie reținută în vegetația lichenilor este pierdută pentru vegetația din etajul inferior al arborilor mai cu seamă în cazul ploilor de scurtă durată. Lichenii, avînd proprietatea de a absorbi ușor și vapori de apă, sustrag din sfera coroanei arborilor o cantitate importantă de umiditate și prin aceasta mărește transpirația. Dimpotrivă, după ploi și rouă abundentă mențin atmosfera un timp lung în stare de umiditate ridicată și prin aceasta reduc nefavorabil transpirația. De asemenea este favorizată formarea crustei de gheață, care este mult mai mare pe ramurile acoperite de licheni. Sînt influențe dăunătoare și în cazul cînd lichenii acoperă arborii cu un strat dens și cînd se sugrumă ramurile subțiri ale arborilor cu talusurile lor. În general, arborii sînt acoperiți cu o cantitate mare de licheni epifiți în locurile unde există umiditatea relativă ridicată a aerului, care este una dintre principalele condiții pentru dezvoltarea vegetației de licheni. Acest lucru are loc de exemplu în livezi și păduri montane sau în apropierea suprafețelor mai mari de apă, în văile adînci, închise etc.

Măsuri de combatere. Vegetația de licheni lipsește aproape complet în zonele industriale, deoarece lichenii sînt foarte sensibili la impuritățile chimice din atmosferă.

În aceste zone, ploile antrenează vaporii, fumul și alte particule toxice și astfel flora de licheni dispare sau se întîlnesc numai unele specii rezistente. De asemenea, lichenii lipsesc în livezile bine îngrijite, unde se fac tratamente chimice în mod regulat. Lichenii mai pot fi înlăturați mecanic prin curățire, răzuire, periere, după care se recomandă stropirea sau văruirea trunchiurilor copacilor.

În păduri nu se iau măsuri speciale, deoarece în general lichenii populează masiv mai ales arborii deja slăbiți din alte cauze și care în mod rațional ar trebui înlăturați prin măsurile de curățire a pădurii.

Antofitoze

Antofitozele sînt boli produse la plantele superioare fanerogame de către alte fanerogame parazite. Există două categorii de fanerogame care produc antofitoze :

— antofite care posedă pigmenți trofici și pot asimila substanțele organice de care au nevoie pentru creștere și dezvoltare, luînd de la plantele-gazdă apa și sărurile minerale ; acestea sînt socotite *semiparazite*, sau *hemiparazite ;*

— antofite care sînt lipsite de clorofilă și trăiesc în totalitate pe seama asimilatelor din planta-gazdă ; aceasta este grupa așa-zișilor parazite adevărate, sau *holoparazite*.

Reprezentanții ambelor grupe se fixează pe plantele sau pe organele plantelor parazitate cu ajutorul unor sugători sau haustori care au o constituție și o morfologie diferită.

Plantele hemiparazite întîlnite în flora din centrul Europei totalizează un număr de specii, cele mai multe aparținînd familiilor *Santalaceae, Loranthaceae* și *Scrophulariaceae*.

Familia Santalaceae prezintă plante mici ierboase, aparținînd genului *Thesium*.

În alte zone cu climat mai cald se întîlnesc specii lemnoase, care însă nu se pot dezvolta în condițiile din țara noastră. Dintre speciile care aparțin la genul *Thesium* întîlnim unele, ca *Thesium alpinum, Th. divaricatum, Th. kernerianum*, care parazitează plantele din zonele alpine. Sînt de asemenea specii, ca *Th. intermedium, Th. ramosum, Th. rostratum*, care parazitează plantele erbacee din zonele colinare și de cîmpie.

Prin germinarea semințelor speciilor care aparțin genului *Thesium*, plantula trimite un haustor în formă plată care se fixează pe rădăcina plantei-gazdă, după care trimite o prelungire pînă la vasele lemnoase.

Pagubele produse de aceste specii sînt neînsemnate, fapt pentru care nu se iau măsuri speciale de combatere.

Familia Loranthaceae cuprinde genuri ale căror specii sînt cu mult mai păgubitoare ca precedentele. Dintre genurile care prezintă importanță sînt *Viscum* și *Loranthus*.

Genul Viscum este reprezentat de specia *V. album* (fig. 88), care este un arbust cu tulpina dicotomic ramificată, cu frunzele opuse, florile unisexuat-dioice sau hermafrodite, iar fructele sînt bace cu mezocarpul gelatinos și conțin o singură sămînță.

Se deosebesc trei subspecii de *V. album : V. album* ssp. *mali*, care parazitează de preferință mărul și se mai întîlnește pe prun, salcîm, plop, salcie, alun, fag și uneori pe nuc ; *V. album* ssp. *abietis*, care se întîlnește pe specii de *Abies* și mai ales pe *A. alba ; V. album* ssp. *pini*, care parazitează numai speciile de *Pinus*.

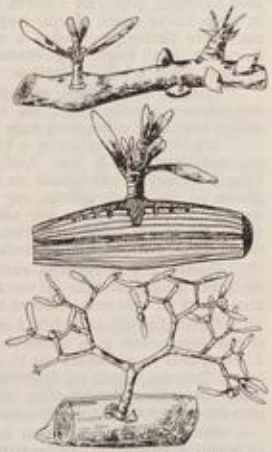


Fig. 88. — Atac de vîsc pe măr în diferite stadii de dezvoltare (după Ferrari).

Vîscul este totdeauna verde, iar primăvara, începînd cu anul al IV-lea înflorește. Florile sînt grupate cîte patru în glomerule. Fructele, la început verzi, devin albe, se matureză iarna, iar sămînța conține mai mulți embrioni.

Infecția cu vîsc se face în principal prin intermediul păsărilor, și în special de către sturzul de vîsc (*Turdus viscivorus*). Păsările se hrănesc cu bace și înghit semințele, care prin traiectul digestiv nu-și pierd germinarea. Aceste semințe, ajunse pe ramuri cu excrementele, germinează la începutul verii și dau noi plante. Semințele mai pot ajunge pe ramuri și de pe ciocul păsărilor, pe care lipesc cu ajutorul unei substanțe lipicioase — viscina. Pentru a se elibera de semințe, pasărea își freacă ciocul de ramură, lasă sămînța, care, ca și în cazul precedent, este capabilă să germineze și să dea o nouă plantă. Sînt și alte căi prin care sămînța de vîsc poate ajunge pe ramurile arborilor.

Plantula de vîsc crește foarte încet în primul an. La început, embrionul dă naștere la un disc de fixare de la care pleacă o prelungire în scoarță, numită cufundător. Acesta pătrunde pînă la lemn, extrage apa și substanțele minerale și asigură creșterea tulpinițel și a primelor frunze.

Cu timpul, cufundătorul principal pătrunde mai adînc în lemn și în paralel dezvoltă cordoane laterale din care trimite cufundători secundari, care rămîn la nivelul zonei active din care ia apa și substanțele minerale. Pe cordoanele cu cufundători secundari se dezvoltă adesea noi tulpinițe, care se dezvoltă și dau amploare tufei de vîsc de pe copac.

Sînt presupuneri că planta de vîsc, pe lîngă seva neelaborată, extrage și unele substanțe organice, după cum există alte păreri că în perioada de repaus vegetativ vîscul dă din substanțele asimilate plantei-gazdă.

Practica a demonstrat însă că vîscul este în toate cazurile păgubitor și că planta suferă, deși nu toate speciile se comportă la fel. Așa, spre exemplu, părul nu suportă de loc vîscul, organul atacat uscîndu-se în timp foarte scurt. Mărul, stejarul și plopul se usucă treptat, în special către partea superioară a coroanei, unde tufele de vîsc sînt mai frecvente. Sînt foarte păgubitoare populațiile dense de vîsc în pădurile de brad, unde arborii atacați se opresc din creștere și se usucă.

Lemnul din arborii atacați de vîsc pierde din calitate, deoarece cufundătorii produc găuri, iar la suprafața de contact a tufei se formează umflături spongioase care fac improprie folosirea acestor porțiuni.

Măsurile de combatere a viscului sînt obligatorii, ținînd seama de pagubele arătate mai sus. Astfel, cînd vîscul se găsește pe ramurile tinere, acestea se amputează cu totul și se ard. Dacă tufele de vîsc se găsesc pe ramuri de schelet sau pe tulpină, se vor tăia de la suprafața scoarței, excrescențele se vor răzui și se vor unge cu mastic. Pentru a nu se forma noi tulpini de vîsc, se poate bandaja ramura cu o bucată de carton asfaltat, care va împiedica pătrunderea luminii.

Pentru a preîntîmpina extinderea viscului în livezi de pe arborii din lunci (plopi, salcîmi), se vor face extirpări de vîsc și la acești copaci într-o rază cît mai mare care să îndepărteze focarele față de livezi.

Genul Loranthus prezintă caractere asemănătoare cu genul *Viscum* și este reprezentat prin specia *Loranthus europaeus* sau vîscul de stejar. *L. europaeus* se aseamănă cu *V. album*, dar acesta nu are frunze persistente. Toamna, odată cu frunzele plantei-gazdă, cad și frunzele parazitului. Datorită cufundătorilor care merg mai în profunzime, pagubele prin deteriorarea lemnului sînt mai mari.

Familia Scrophulariaceae cuprinde mai multe subfamilii și genuri cu specii semiparazite, unele putînd trăi și singure fără a parazita, cum este specia *Euphrasia minima*. Altele pot fi parazite obligate o perioadă, după care pot trece la semiparazitism.

Plantele holoparazite (parazite adevărate) se hrănesc în totalitate pe seama asimilatelor plantei-gazdă, neavînd clorofilă și proces fotosintetic.

Frunzele la aceste plante sînt reduse la niște solzi, numai cu rol neînsemnat de protecție.

Holoparazitele cu importanță economică în agricultură aparțin la două familii : *Convolvulaceae* și *Orobanchaceae*.

Familia Convolvulaceae are mai multe genuri, dintre care cel mai important este genul *Cuscuta*, denumit popular tortel sau cuscută (fig. 89). Organele de absorbție sînt complet transformate în sugători, prin care absorb din tulpină și ramurile plantei-gazdă (rareori din rădăcini) substanțele organice necesare creșterii și dezvoltării. Genul *Cuscuta* este foarte bogat în specii, are o răspîndire mare pe tot globul și parazitează plante ierboase, arbuști și uneori chiar arbori. Plantula posedă în prima fază o rădăcină care alimentează tulpina pînă găsește planta-gazdă.

Tulpina este filiformă, cilindrică, cu diametrul de 0,2—3 mm, iar lungimea de 2—3 m și chiar mai mult.

În prima fază după răsărire, tulpina foarte firavă crește drept, apoi începe să execute mișcări circulare sau eliptice (de mutație) în căutarea plantei-gazdă. În ipoteza că nu găsește planta parazitată, cuscuta piere. Cînd însă planta este găsită, tulpinița de cuscută se înfășoară pe aceasta, iar pe partea de contact cu tulpina gazdei emite haustori care pătrund în țesuturile gazdei, de unde ia substanțele organice de hrănire.

Rudimentul de rădăcină se usucă și astfel cuscuta rămîne să se dezvolte exclusiv pe planta parazitată.

Fig. 89. — Atac de cuscută pe trifoi (după Ferraris).

Tulpina inițială simplă se ramifică în dreptul solzișorilor, ramificațiile se înmulțesc și cresc abundent pînă înconjură întreaga plantă, trecînd apoi pe plantele vecine, infecția luînd caracter de vatră sau de focar. Florile sînt sesile sau pedunculate, în general de tipul 5. Caliciul formează un tub care la partea superioară este lobat. Corola are de asemenea petalele unite în formă de tub cu lobi la partea superioară. Organul femel are un ovar bilocular, care după fecundare formează o capsulă dehiscentă biloculară cu 2—4 semințe. Semințele sînt de dimensiuni foarte variate, de unde și denumirea de cuscute mici, cu semințe de circa 1 mm diametru, și cuscute mari, de 1,5—2 mm diametru. Suprafața seminței este neregulată, cu denivelări evidente, aspră și fără luciu.

Răspîndirea cuscutei se face în principal prin sămînță, care poate rezista în sol timp de 5—6 ani. Facultatea germinativă a semințelor se păstrează și după ce acestea au trecut prin traiectul digestiv al animalelor, precum și în urma fermentării gunoiului de grajd și a composturilor. Cuscutele se înmulțesc foarte ușor și vegetativ prin porțiuni de tulpini transportate de animale, prin plante cosite și deplasate în caz de furtuni etc. Înmulțirea vegetativă are loc în special în cadrul

suprafețelor mai restrînse, în trifoişti, lucerniere, finețe, îndeosebi cu ocazia recoltatului prin folosirea de agregate mecanice pentru cosire, greblare etc. În țara noastră, pagubele cele mai mari se produc în culturile de trifoi şi de lucernă, în, precum şi în legumicultură, la o serie de culturi valoroase, ca cele de ceapă, ardei, vinete etc., în culturile ornamentale, putînd fi invadate parcuri, peluze şi plante izolate. Sînt înregistrate pagube în viticultură, pe plăntuțele rezultate din semințe în procesul de selecție şi în şcolile de vițe, cînd poate împiedica creşterea lăstarilor.

Cuscutele mai pot provoca pagube şi indirect, facilitînd transmiterea unor boli infecțioase, şi în special a virozelor.

Combaterea cuscutei prezintă greutăți deosebite mai ales în culturile perene, deoarece focarele se pot păstra şi extinde de la an la an. Metodele de combatere a cuscutei pot fi preventive şi curative.

Combaterea preventivă a cuscutei se bazează în primul rînd pe eliminarea semințelor parazitului din masa de semințe a plantei-gazdă. Cea mai mare atenție în acest sens se dă semințelor de trifoliene, care se aseamănă cu cele de cuscută. Principiul de bază pentru purificarea semințelor este legat de morfologia semințelor. Semințele de trifoliene sînt netede, pe cînd cele de cuscută sînt cu asperități şi aspre. Legat de aceasta, semințele de trifoliene se amestecă cu o pilitură fină de fier care aderă numai cu semințele de cuscută. Întreaga masă a semințelor este trecută printr-un cîmp magnetic şi astfel semințele cu pilitură (de cuscută) sînt atrase şi separate de semințele plantei interesate. Această operație se repetă de mai multe ori, pînă cînd semințele de cuscută sînt complet înlăturate din semințele de plante de cultură. Pentru aceasta, în țara noastră funcționează asa-zise „stații de decuscutare" care folosesc această metodă, astfel încît organele care valorifică semințele pot pune la dispoziția unităților agricole socialiste şi agricultorilor pentru loturi individuale semințe garantate în saci plombați şi cu certificat de puritate.

Tot ca măsură de prevenire trebuie să se aibă în vedere ca la hrana animalelor să nu se folosească iarbă şi trifoliene din vetrele de cuscută. Chiar dacă aceasta s-a făcut, să nu se folosească gunoiul care conține sămînță de cuscută. La platforma de gunoi şi compost nu se vor arunca niciodată resturile de plante furajere, pleava de la trifoliene etc. care provin de la culturi infectate.

Combaterea curativă constă în diferite metode prin care se distrug vetrele sau focarele de cuscută cît mai devreme, înainte de a fi fructificat. Una dintre metode constă în a cosi vatra depăşind cu puțin marginile, pînă cînd nu se mai observă fire de cuscută. În locul vetrei se lucrează pămîntul şi se reînsămînțează în anul viitor. Se poate aplica de asemenea metoda chimică de combatere, folosind la stropiri sulfatul de fier în concentrație de 15—20%, substanțe pe bază de DNOC, Sandolin sau Selinon 2—4% sau Dinitrosecundar butil fenol (Dibutox) în

concentrație de 2—3%. Tratamentul chimic are avantajul că plantele perene, în special trifolienele, se pot reface şi nu mai este necesară reînsămînțarea.

Familia Orobanchaceae cuprinde o serie de specii de plante anuale sau perene holoparazite. Importanță economică pentru agricultura din țara noastră prezintă genul *Orobanche*, cunoscut popular sub denumirea de lupoaie, floarea-focului, busuioc sălbatic, verigel etc. (fig. 90).

Lupoaia are tulpina erectă, simplă sau ramificată, de culoare gălbuie-brună sau violetă, frunzele în formă de solzi, florile aşezate în formă de spice sau raceme terminale. Floarea are caliciul şi corola tubulare, staminele în număr de 4, ovarul super sau stigmat bilobat. Fructul este o capsulă cu o lojă, iar semințele sînt foarte mici, numeroase. Semințele rămase în sol îşi păstrează facultatea germinativă timp de 5—8 ani, sînt uşor răspîndite de vînt, pătrund prin crăpăturile solului sau, antrenate de apă, ajung pînă la rădăcinile plantei-gazdă, unde stimulate de emanațiile gazdei germinează, dînd un filament subțire care pătrunde în țesuturile rădăcinii şi se alimentează din zona fasciculelor vasculare. La punctul de pătrundere a filamentului în rădăcină se formează o îngroşare din care apar rădăcini adventive la partea inferioară, iar la partea superioară apar una sau mai multe tulpini care ies la suprafața solului şi cresc pînă la 15—20 cm înălțime şi chiar mai mult. Pe plantele anuale, plantele de lupoaie mor o dată cu plantele-gazdă, iar pe cele perene iau un caracter peren, dînd naştere în anii următori la noi tulpini la suprafața solului. Există numeroase specii de *Orobanche*, care atacă şi produc pagube însemnate la culturile de floarea-soarelui, la tutun, tomate, varză etc.

Fig. 90.— Atac de orobanche (după Ferrari).
1, studii primare de dezvoltare; *2*, *3*, plăntuțe de *O. ramosa*; *4*, plantă de *O. ramosa*.

Măsurile de combatere se împart în preventive şi curative. Ca şi la cuscută, se recomandă folosirea de semințe din zonele necontaminate. În acest sens se face o selectare bună a semințelor, supunîndu-le la un curent puternic de aer. Se recomandă de asemenea rotația culturilor, astfel încît un număr de 5—6 ani să nu mai revină plante susceptibile pe un teren infectat.

Se mai recomandă smulgerea plantelor înainte de fructificare dacă infestarea nu este prea mare; deoarece plantele smulse se refac, operația se repetă. Pe suprafețe mici se pot aplica tratamente chimice prin stropirea plantelor de orobanche cu o soluție de alcool alilic 1% sau de DNBF sau DNOC 2%.

La floarea-soarelui există în prezent un sortiment valoros rezistent la *Orobanche*.

Bolile fiziologice (Fiziopatia)

Fiziopatia cuprinde complexul de boli neparazitare care se datoresc unor factori edafici și climato-meteorologici.

În fiziopatie se încadrează toate tulburările produse de manifestările anormale ale temperaturii, umidității solului și aerului, luminii, structurii chimice și fizice a solului, precum și efectele traumatismelor datorite factorilor meteorologici și mecanici, efectele fitotoxicității produselor fitofarmaceutice și ale altor factori abiotici ocazionali.

BOLI DATORITE CONDIȚIILOR EDAFICE ANORMALE

Exceptînd carbonul, hidrogenul și oxigenul pe care organismul vegetal le ia din atmosferă și apă, precum și azotul pe care unele plante au posibilitatea de a-l lua din natură, celelalte elemente indispensabile vieții plantelor sînt luate din sol, de unde sînt extrase prin absorbție radiculară.

Lipsa, cît și excesul unor elemente duc la modificări de ordin *histologic* și *fiziologic*, iar tulburările sînt de ordin morfoanatomic și de ordin funcțional.

Modificările *histologice* se manifestă mai mult prin hipertrofii.

În ce privește modificările fiziologice, cele mai evidente sînt cele de asimilație, datorite deficienței pigmenților de clorofilă și eficienței reduse a cloroplastelor. Modificările de respirație sînt mai puțin frecvente.

După natura carenței sau a excesului de hrană, rădăcinile se alungesc, se atrofiază sau se ramifică; tulpina uneori se alungește, alteori se oprește din dezvoltare; pe frunze se formează decolorări totale sau parțiale, mai frecvente fiind formațiile necrotice apicale și marginale sau cele distribuite inegal pe suprafața frunzelor, iar la semințe apar fenomenele de nefecunditate și partenocarpie, din care cauză pierd puterea de germinație.

Efectele dăunătoare ale lipsei sau ale excesului de macro- și microelemente sînt directe atunci cînd ele acționează asupra plantei, intervenind în dezvoltarea acesteia, și indirecte cînd prin lipsa lor pregătesc în plantă un bun teren pentru dezvoltarea unor agenți fitopatogeni.

Stabilirea diagnozelor bolilor de nutriție este dificilă și necesită nenumărate analize.

Boli datorite lipsei sau excesului de metaloide

Halogenii (fluorul, clorul, bromul) în cantități mici sînt cunoscuți ca stimulatori ai vegetației la ovăz, tomate, sfeclă de zahăr ș.a., în timp ce un exces al acestora provoacă tulburări. Astfel, la tutun, excesul de clor diminuează elasticitatea și conservarea frunzelor, iar la in dă fibre care pierd rigiditatea și soliditatea.

Azotul este esențial în viața plantelor, iar lipsa lui se manifestă prin diminuarea creșterii și prin formarea de fructe mici, intens colorate, fără semințe.

Excesul de azot se manifestă printr-o vegetație luxuriantă datorită dezvoltării excesive a țesuturilor parenchimatice; frunzele au o culoare verde-închis, iar fructele sînt puțin colorate, cu pulpa apoasă.

Fosforul se găsește în toate părțile plantei și intră în compoziția unei serii de produse organice ca: acizii nucleici, nucleotidele, nucleosidele ș.a. Simptomele lipsei de fosfor sînt în parte asemănătoare cu cele ale lipsei de azot. Frunzele au creșterea limitată, fructele rămîn mici și ajung greu la maturitate, iar semințele germinează primăvara mai tîrziu.

Arsenicul a fost pus în evidență în cantități mici în unele plante, însă nu se cunosc multe date exacte asupra acțiunii acestui microelement.

Sulful și *seleniul* practic nu au fost puse în evidență, iar eventualele deficiențe produse de aceste metaloide se manifestă la fel ca cele arătate la azot.

Siliciul imprimă plantei un caracter de robustețe față de acțiunile mecanice, fiind și un obstacol pentru pătrunderea paraziților.

Borul prin lipsa lui produce o serie de îmbolnăviri la plante și în special la pomii fructiferi. Ramurile încep să se usuce de la vîrf, frunzele devin groase, casante, colorate în galben-brun, de multe ori dispuse în rozetă.

Excesul de bor poate duce la fenomene de intoxicare. Simptomele intoxicării cu bor se confundă cu unele aspecte ale lipsei acestui element, cum sînt: îngălbenirea frunzelor, urmată de necrozarea marginilor, oprirea în dezvoltare a plastidelor, întîrzierea proceselor fiziologice ș.a. Este greu să se dea indicații precise asupra cantității de bor care poate produce intoxicații în plante.

Boli datorite lipsei sau excesului de metale

Sodiul nu influențează negativ sau pozitiv asupra dezvoltării vegetației, găsindu-se constant atît în teren, cît și în plante.

Potasiul, prin lipsa lui, afectează în general plantele din terenurile nisipoase, permeabile, din zonele cu umiditate ridicată. Simptomele

lipsei de potasiu sînt foarte variate după gradul de lipsă a acestui element și după specia de plantă. Astfel, frunzele care au culoarea verde-închis capătă o colorație de bronz cu arsuri marginale și devin rugoase. Plantele au o creștere limitată și sînt sensibile la atacul diverșilor agenți fitopatogeni și la oscilațiile de temperatură. Simptomele excesului de potasiu sînt asemănătoare cu cele datorite lipsei de magneziu.

Calciul, contrar fosforului și potasiului, se găsește în țesuturile îmbătrînite. Simptomele lipsei de calciu sînt influențate de prezența altor elemente care au relații cu calciul în metabolismul celular, în primul rînd borul, magneziul și potasiul. Ele constau în general în clorozarea frunzelor și în dezvoltarea redusă a sistemului radicular. Simptome asemănătoare apar și la plantele care suferă de exces de calciu. Cloroza calcaroasă cunoscută la viță și pomi și care se manifestă prin îngălbenirea și căderea frunzelor și prin reducerea producției, atribuită unui exces de calciu, este admisă azi ca o cloroză ferică.

Magneziul este un constituent al clorofilei și se găsește în plante cel puțin în 50% dintre combinațiile organice ale acestora, precum și sub formă de ioni.

Lipsa de magneziu produce necroze sub formă de pete brune pe limbul bogat în antociani; în cazuri grave, plantele se defoliază la sfîrșitul verii. Suferă de această carență plantele care cresc în terenurile nisipoase, permeabile, acide, precum și în cele bogate în îngrășăminte potasice.

Ca urmare a lipsei *zincului*, frunzele rămîn mici, se decolorează sau se clorozează internervural, înflorirea are loc mai tîrziu, iar fructele au dimensiuni mici și cad prematur.

Aluminiul este un metal care se găsește sub diferite combinații în terenurile agricole și mai puțin în plante, unde se localizează obișnuit în sistemul fibrovascular al lemnului. În ce privește acțiunea toxică a aluminiului, ea a fost constatată în special la cereale, plantele bolnave prezentînd în rădăcini cantități mai mari din acest element decît plantele sănătoase.

Lipsa de *mangan* este asociată cu tipurile de cloroză prezente la plantele cultivate în terenurile calcaroase, unde manganul nu este asimilat de plantă. Frunzele plantelor bolnave se disting printr-un aspect erect, cu zone îngălbenite între nervuri și cu o ușoară răsucire a frunzelor către partea superioară a limbului. Uneori, în special la cereale și mazăre, petele de pe frunze sînt de culoare cenușie. În terenurile acide se întîlnesc boli datorite excesului de mangan, însă acestea sînt cazuri rare.

Fierul, deși este în cantitate mică în plantă, prin lipsa lui provoacă simptome vizibile de îmbolnăvire. Lipsa fierului influențează fotosinteza, iar lipsa lui din molecula de clorofilă dă naștere simptomelor de cloroză.

Deficiența în fier provoacă uneori o clorozare generală a frunzelor, alteori o albire a acestora, la care numai nervurile rămîn verzi, iar

în cazurile mai grave apare o necroză apicală și marginală. În cazuri foarte grave se produce chiar și necrozarea ramurilor. Sînt susceptibile la clorozâ ferică arborii, arbuștii, vița de vie.

În terenurile calcaroase, cloroza este datorită transformării sărurilor feroase solubile în săruri ferice insolubile, iar în terenurile acide sau bogate în fosfor lipsa fierului este datorită precipitării acestuia sub formă de fosfați.

În terenurile foarte acide pot avea loc accidente datorite excesului de fier, dar acestea sînt cazuri rare.

Boli datorite condițiilor anormale de sol

Efectele reacțiilor anormale ale solului, precum și ale structurii acestuia influențează deopotrivă atît caracteristicile agronomice și pedologice, cît și cele fitopatologice.

Aciditatea excesivă a solului face ca acesta să fie în general lipsit de azot, deoarece microorganismele care sintetizează nitrați nu pot trăi în mediu acid. Pe astfel de terenuri plantele se dezvoltă greu, frunzele se îngălbenesc, rădăcinile cresc puțin, iar perii absorbanți mor.

Aciditatea excesivă a terenului influențează de asemenea asupra citoplasmei printr-o concentrație a ionilor de hidrogen în soluția circulatorie din plantă, mărește disponibilitatea unor elemente minerale din sol, care devin astfel toxice și diminuează disponibilitatea unor elemente necesare nutriției plantelor.

Alcalinitatea excesivă a solului provoacă în general clorozarea plantelor.

Efectul toxic al alcalinității excesive se manifestă asupra citoplasmei printr-o excesivă concentrație în ioni de oxigen și prin deficiența unor elemente ca fier, bor, mangan care devin insolubile.

Concentrația salină a solurilor poate fi determinată fie de concentrația unui complex de elemente, fie de concentrația în clorură de sodiu.

Efectele toxice ale concentrației saline asupra plantelor apar atunci cînd concentrația în săruri a soluțiilor care circulă în sol depășește 0,5%.

Ca urmare a concentrației în exces a sărurilor, semințele germinează slab, iar germenii se usucă după cîteva zile de la încolțire; plantele rămîn mici, frunzele iau o colorație verde-albăstruie, uneori se răsucesc, iar alteori se veștejesc și cad prematur; rădăcinile cresc greu și prezintă pete necrotice cu tendința de cicatrizare printr-o producere abundentă de suber.

BOLI DATORITE CONDIȚIILOR CLIMATICE ANORMALE

Fiecare plantă are limite specifice de temperatură, și anume o temperatură optimă, care este cea mai apropiată de cea necesară funcțiilor normale ale plantei, o temperatură maximă, care poate fi suportată de plantă fără a produce efecte letale, și o temperatură minimă, sub care planta nu-și mai poate desfășura funcțiile vitale. Cea mai mare parte din plante în vegetație nu suportă temperaturi peste 45—55°C și sub 0°C.

Temperaturile scăzute. După teoriile cunoscute azi, apa nu îngheață în interiorul celulelor, ci numai după ce a ieșit afară din acestea și se găsește în spațiul intercelular. Sucurile celulare, devenite mai concentrate, pot suporta temperaturi mai scăzute decît în concentrații normale. Cînd temperatura scade sub 0°C, apa din spațiile intercelulare începe să înghețe, formînd cristale mici de gheață, care dau plantei un aspect sticlos și o oarecare fragilitate. Dacă temperatura scade mai mult, se produc modificări în citoplasmă, iar în cazuri grave se ajunge la coagularea proteinelor și deci la moartea țesuturilor. În cazuri extreme, cristale de gheață pot lua naștere și în interiorul celulelor, producînd ruperea pereților. Pericolul dezghețării este mai mare, deoarece cristalele de gheață din spațiile intercelulare prin topire dau o cantitate de apă destul de mare, care, dacă nu este resorbită de celule într-un timp scurt, duce la acumularea unui strat de apă între protoplasmă și pereți și, ca urmare, apar fenomene de asfixie.

Înghețurile pot produce efecte nedorite asupra plantelor atît în timpul repausului vegetativ, cît și în cursul vegetației.

Efectul frigului în timpul repausului vegetativ se manifestă prin afecțiuni cauzate mugurilor, ramurilor, trunchiului și rădăcinilor la plantele lemnoase.

Mugurii sînt mai sensibili atunci cînd nu au intrat complet în repaus și se usucă ca urmare a acțiunii înghețului. Cele mai sensibile părți ale mugurilor sînt fasciculele conducătoare care se găsesc la baza mugurelui, iar cei mai delicați și mai sensibili sînt mugurii floriferi, care au și cele mai numeroase vase conducătoare.

Pe ramuri una din cele mai comune manifestări ale frigului o prezintă necrozele meristemului, în special ale cambiului, care sînt acompaniate de formarea de cancere, scurgeri gomoase ș.a. Prezența acestor leziuni interne, în diferite locuri ale țesuturilor, poate da naștere la formarea de lacune de natură lisigenă.

Caracteristic trunchiului sînt crăpăturile de ger, fie longitudinale vizibile de la exterior, fie semicirculare, interesînd numai masa lemnoasă internă.

Crăpăturile longitudinale sînt determinate de răciri repetate, în care straturile periferice ale masei lemnoase se contractă mai repede decît cele interne.

Crăpăturile semicirculare se întîlnesc mai ales la viţa de vie şi corespund liniei de trecere dintre lemnul de toamnă şi cel de primăvară. Ele se datoresc dezgheţării rapide ale straturilor externe de lemn, în timp ce straturile interne rămîn contractate. Efectele frigului pe trunchiul arborilor sînt mai accentuate pe părţile expuse spre sud.

Efectul frigului în cursul vegetaţiei se datoreşte îngheţurilor tîrzii de primăvară sau îngheţurilor timpurii de toamnă şi se manifestă în funcţie de organele plantelor şi de stadiul lor de dezvoltare.

Condiţiile atmosferice, cerul senin sau acoperit, prezenţa sau absenţa vînturilor pot agrava sau reduce riscurile gerului. Starea vegetaţiei joacă şi ea un rol în rezistenţa la frig. Efectele gerului apar după cîteva zile. Mugurii se înnegresc, lăstarii se ofilesc, frunzele se veştejesc sau se clorozează datorită opririi formării pigmenţilor şi alterării plastidelor. Cloroza se manifestă în special la plantele care iernează sub formă ierbacee (cereale).

La flori, organele femele sînt mai sensibile decît cele mascule. Acţiunea frigului se manifestă prin necroze urmate de sterilitate totală sau parţială.

Temperaturile ridicate. Datorită depăşirii unui maximum de temperatură suportat de plante, protoplasma celulelor se alterează sub formă de coagulare a fracţiunilor proteice. Ca şi în cazul îngheţurilor, o importanţă deosebită prezintă trecerea rapidă de la o limită termică la alta. La efectul dăunător produs de variaţiile termice se adaugă şi lipsa de apă şi de umiditate atmosferică. Principalele aspecte ale acţiunii temperaturii ridicate asupra plantelor sînt :

— oprirea din dezvoltare a plantei prin diminuarea funcţiunilor fundamentale, ca : respiraţie, asimilaţie, transpiraţie, sinteză ş.a. ; oprirea bruscă şi definitivă a acestor funcţiuni produce afecţiunea cunoscută sub numele de insolaţie sau apoplexie de căldură ;

— veştejirea plantelor, care poate avea un caracter de tranziţie, plantele putînd să se reintoarcă la starea normală, sau poate fi preludiul uscării plantelor ;

— necroza organelor erbacee, care se manifestă în special în parenchimul foliar sub formă de arsuri între nervuri, arsuri apicale sau arsuri împrăştiate pe tot limbul frunzei. Pe frunzele plantelor de seră aceste necroze sînt produse de bulele de aer din geamurile serei ;

— necrozele organelor lemnoase, numite şi cancere de căldură, comune la pomii de pe alei, diguri sau din apropierea zidurilor ; aceste necroze ca aspect se aseamănă cu cele produse de frig ;

— căderea prematură a florilor şi a frunzelor (filoptoza), care se observă în special la elementele mai puţin expuse, acoperite de frunziş şi care astfel acumulează multă căldură.

Lipsa sau excesul de umiditate. Alternanţa bruscă a perioadelor de secetă cu perioade de ploi intense, precum şi o administrare neregulată a apei produc o serie de boli datorite acestui dezechilibru hidric.

Apa în organismul plantelor serveşte ca solvent şi vehicul al substanţelor hrănitoare luate din sol, ca materie primă în sinteza clorofilei, garantează presiunea hidrostatică a celulelor (turgiditatea), asigură transpiraţia.

Lipsa de apă produce efecte care sînt diferite, după cum această lipsă este temporară sau cronică. În cazul lipsei de apă cu o durată limitată, părţile plantelor veştejite se refac ; dacă însă lipsa de apă este îndelungată, acestea pier. În cazul unei lipse de apă cronică, în plante apar unele transformări : celulele epidermice devin mai groase, se acoperă cu un strat ceros, spaţiile intercelulare se reduc ş.a. Excesul de apă din sol poate fi resimţit de plante fie prin proliferarea celulelor urmate de distrugeri histologice, fie prin asfixierea rădăcinilor.

Excesul de umiditate atmosferică are efecte fiziologice şi morfologice asupra organelor aeriene ale plantelor, producînd proliferarea de celule, reducerea elementelor vasculare, diferenţieri dezordonate între ţesutul palisadic şi lacunar etc.

Dezechilibrul hidric (sau hidropatiile) se manifestă prin hipertrofia lenticelelor care duce la închiderea acestora, proliferările scoarţei, crăparea fructelor, a bulbilor, a tuberculilor ş.a.

Condiţiile anormale de lumină. Formarea pigmenţilor clorofilieni care dau energia necesară sintetizării hidraţilor de carbon este condiţionată de lumină. Aceasta influenţează o serie întreagă de funcţiuni care au loc în plantă, ca : fotosinteza, transpiraţia, respiraţia, creşterea plantei ş.a.

Lipsa de lumină provoacă fenomenul de etiolare, care se manifestă prin producerea de modificări în morfologia plantei (alungirea internodurilor, reducerea suprafeţei frunzelor, încetinirea atît a formării mecanice, cît şi a îngroşării celor existente), predispunînd-o astfel acţiunii frigului.

Excesul de lumină este influenţat de temperatură şi umiditate, şi de multe ori este greu a se face o deosebire între efectele produse de o luminozitate mare şi cele produse de insolaţie. Printre efectele cele mai des întîlnite sînt : fotolisa cloroplastelor, care se oxidează şi nu se mai refac, plantele pierzînd florile ; modificarea conţinutului în *antociani*, care se poate mări sau reduce, producînd moartea celulelor ; *distrugerea* protoplasmei în ţesuturile tinere.

Compoziţia anormală a atmosferei. Emanaţiile de gaze din uzine, aburul, cenuşa zburătoare, funinginea, pulberile minerale, lipsa de oxigen ş.a. produc o serie de afecţiuni plantelor şi în special celor cultivate în terenurile situate în apropierea aşezărilor omeneşti şi a exploatărilor industriale.

În general, cele mai mari daune sînt produse primăvara și la începutul verii, cînd organele plantelor sînt mai sensibile și fiziologic sînt mai active.

Efectele dăunătoare se observă în special pe frunze, însă pot fi afectate direct și florile în care caz se pierde recolta.

Cele mai curente sînt intoxicațiile cu gazele sulfuroase (SO_2 și SO_3), cu vapori de clor, de acid fluorhidric, de fluor, de gudroane ș.a.

Modul de atac diferă de la un gaz toxic la altul. Astfel, gazele sulfuroase pătrund în plante prin stomate, apoi le intoxică, uscînd țesuturile, în timp ce acidul fluorhidric distruge mai întîi epiderma și apoi pătrunde în țesutul plantei. Același produs acționează diferit în funcție de plantă și de mijloacele ei naturale de apărare (prezența perilor, a unui înveliș ceros ș.a.).

Afecțiunile produse de gazele toxice pot fi *acute* atunci cînd sînt produse într-un timp scurt de concentrații ridicate sau *cronice* cînd sînt produse de concentrații slabe, care acționează însă un timp mai îndelungat.

Afecțiunile produse de agenții chimici din atmosferă sînt influențate de o serie de factori cum sînt :

— *presiunea atmosferică*, care cu cît este mai scăzută, cu atît substanțele toxice, mai grele decît aerul, apasă asupra vegetației ;

— *lumina*, sub a cărei influență osteolele stomatelor se deschid, favorizînd pătrunderea gazelor toxice ;

— *umiditatea*, care ușurează solubilizarea gazelor, influențînd favorabil acțiunea toxică a acestora ;

— *curenții atmosferici*, care în direcția lor predominantă influențează afecțiunile, acestea fiind mai puternice.

Afecțiuni cauzate de compușii sulfului. Compușii cei mai dăunători găsiți în atmosferă sînt anhidrida sulfuroasă și mai rar acidul sulfuric și sulfuros. Anhidrida sulfuroasă în proporție de 1 : 100 000 în aer este suficientă pentru a distruge majoritatea plantelor, limita de toxicitate fiind cuprinsă între 1 : 500 000 și 1 : 10 000 000.

Intoxicațiile acute produse de anhidrida sulfuroasă se manifestă prin apariția pe frunze, flori, fructe și ramuri a unor pete de cîțiva milimetri în diametru, de culoare albă sau roșie-brunie, răspîndite la început izolat și care apoi confluează. Pe tulpină se produce alterarea lenticelelor, iar țesutul cortical parenchimatos este profund atacat. Intoxicațiile cronice produc o depresiune a proceselor fiziologice ale metabolismului, determinînd o încetinire a creșterii mugurilor și a frunzelor. Microscopic se observă o hipoplazie a mezofilului și o reducere a numărului cloroplastelor. Calea de pătrundere a anhidridei sulfuroase este prin frunze și mai puțin prin lemn. Prin frunze, pătrunderea se face prin stomate, iar gradul de intoxicare al plantelor este proporțional cu numărul acestora. În cazuri grave, clorofila se transformă în feofilină, frunzele pierd turgescența și se usucă.

Afecțiuni cauzate de compușii fluorului. Fluorul acționează asupra plantelor sub formă de acid fluorhidric și sub formă de fluoruri, substanțe puse în libertate de fabricile de superfosfat, de aluminiu, de sticlă, rafinării de petrol ș.a.

Deși compușii fluorului sînt mai puțin întîlniți în atmosferă decît cei ai sulfului, efectul intoxicațiilor produse de ei este mai puternic.

Doza-limită de toxicitate a compușilor fluorului în atmosferă este de : 1 : 30 000. Sub formă de acid fluorhidric acționează ca o soluție formată din acidul sub stare gazoasă solubilizat de apa din precipitații sau de umezeala saturată din atmosferă și cea în stare gazoasă. Produce arsuri localizate în special pe marginea frunzelor, acolo unde se opresc obișnuit picăturile de apă și unde se realizează o concentrație mai mare.

Sub formă gazoasă pătrunde în plante prin stomate, hidatode și lenticele, producînd o acțiune caustică de amploarea celei produse de compușii sulfului. În ultimă instanță, intoxicarea determină alterări fiziologice, care produc o reducere a transpirației și împiedică fotosinteza.

Simptomele intoxicației cu fluor variază mult, după forma lichidă sau gazoasă sub care acționează, după planta respectivă și după organul intoxicat.

Pe organele verzi apar arsuri, la început sub forma unor arii opace, care cu timpul se decolorează și se usucă, luînd o culoare roșiatică. Modificările anatomocitologice sînt diferite față de cele ale compușilor sulfului prin aceea că cloroplastele păstrează mult timp culoarea verde, iar granulele de amidon sînt mai puțin alterate. De asemenea masa de protoplasmă este mai puțin alterată, în schimb nucleul este deformat și dezorganizat.

Mai sensibile la acțiunea compușilor fluorului sînt : fasolea, cartoful, cînepa, vița, caisul, cireșul, prunul, părul, plopul, stejarul, castanul ș.a.

Afecțiuni cauzate de compușii clorului. Deși nu întotdeauna frecvenți în atmosferă, compușii clorului produc intoxicații de o deosebită gravitate. Sursele de compuși ai clorului sînt fabricile de îngrășăminte, uzinele de fier și fontă, de mase plastice, de sticlă, de sodă electrolitică ș.a. Dozele-limită de toxicitate sînt de 1 : 10 000 pentru clor și 1 : 2 000 pentru acid clorhidric în aer.

Simptomele macroscopice ale intoxicației constau în decolorarea și uscarea marginilor frunzelor și apariția unor pete între nervuri, urmate de filozități și de uscarea ramurilor tinere. Alterările citologice produse sînt tipice ; protoplasma condensîndu-se în interiorul celulei formează un fel de granulații obscure. Pereții celulari nu suferă nici o transformare. Celulele epidermice apar strivite cu conținutul celular de culoare verde-cenușiu sau brun.

Afecțiuni cauzate de vaporii nitrici și nitroși. Sînt rare cazuri cînd în atmosferă se întîlnesc vapori nitrici și nitroși care să poată dăuna plan-

telor. Manifestările intoxicațiilor constau în decolorarea și necrozarea marginilor frunzelor și a spațiului dintre nervuri. În țesutul lemnos se produce moartea lenticelelor. Modificarea citologică a țesuturilor constă în dezorganizarea conținutului celular, care începe cu decolorarea cloroplastelor și se continuă cu descompunerea plastidelor. Celulele epidermice nu suferă nici o schimbare.

Afecțiuni cauzate de amoniac. Urmele de amoniac se întîlnesc în tot timpul în atmosferă ca urmare a proceselor de descompunere a produselor organice. Sînt însă rare cazurile cînd se produc intoxicații cu amoniac. Simptomele macroscopice ale intoxicațiilor amoniacale apar sub forma de pete negre sau de culoare închisă, care acoperă o porțiune din limbul frunzei. Frunzele cerealelor iau o culoare roșiatică, cu excepția orzului, la care frunzele devin albăstrui. Microscopic se observă o îmbrunire a celulelor mezofilului și a celulelor epidermice, al căror conținut devine granulos. Cazuri de intoxicații produse de amoniac se întîlnesc și la fructele depozitate în frigorifere, pe care apar numeroase pete brune.

Afecțiuni cauzate de gazul de iluminat și de fum. Simptomele intoxicațiilor cu gaz de iluminat se manifestă prin decolorarea și înroșirea frunzelor și prin oprirea din dezvoltare a tuturor organelor plantelor.

Fumul produce intoxicații curente asupra plantelor din localitățile industriale. Pătrunzînd în interiorul plantelor prin stomate, fumul produce decolorarea cloroplastelor și dezorganizarea conținutului celular. Pe frunze se manifestă prin apariția de pete necrotice brune sau negricioase cu tente argintii pe partea inferioară, care se localizează între nervuri și pe margini.

Afecțiuni cauzate de diferite pulberi din atmosferă. Plantele în plină vegetație sînt acoperite de multe ori cu un strat gros de pulbere, care limitează accesul luminii și astupă stomatele.

Cele mai periculoase sînt depozitele pulverulente care conțin diferite elemente chimice, care acționează direct asupra plantelor, în special pe frunze, producînd unele arsuri. Obișnuit aceste arsuri se formează pe marginea frunzelor.

LEZIUNI TRAUMATICE DATORITE CAUZELOR MECANICE ȘI CHIMICE

Leziunile mecanice sînt un produs fie al diferitelor accidente meteorologice (ploaie, zăpadă, vînt, grindină, descărcări electrice), fie al acțiunii omului sau animalelor.

Ploile prelungite împiedică polenizarea florilor atît prin oprirea zborului insectelor, cît și prin diluarea secreților stigmatului care favorizează germinarea polenului. Ploile prelungite mai pot provoca pieirea prin asfixierea plantelor, prin inundarea terenurilor cultivate.

Vîntul acționează nefavorabil prin mărirea transpirației care poate duce la uscarea plantelor, în special a celor erbacee.

Acțiunea mecanică a vîntului variază în funcție de durată, direcția și puterea acestuia.

La cereale poate provoca scuturarea semințelor, la plantele lemnoase căderea frunzelor, a fructelor, a florilor, precum și ruperea ramurilor sau chiar dezrădăcinarea pomilor.

Zăpada căzută în cantități mari produce ruperea ramurilor la pomi.

Grindina are de asemenea o acțiune mecanică puternică asupra plantelor lemnoase, provocînd formarea leziunilor pe ramuri și tulpini, ruperea frunzelor, scuturarea florilor, a fructelor ș.a.

Cele mai mari daune sînt aduse viței de vie, la care grindina produce leziuni pe lăstarii tineri, care pot fi ciuntiți, pe struguri, care se usucă și putrezesc, pe frunze, care se sfîșie ș.a.

În lupta împotriva grindinei se aplică razele termice. Această operație constă în proiectarea în norii de grindină a unui dispozitiv în formă de rachetă, umplut cu iodură de argint. Odată ajuns la destinație, dispozitivul explodează, formînd în nor un gol ce transformă masa de gheață în ace fine înghețate, care cad pe pămînt fără a avea o influență nocivă asupra plantelor. Pentru 1 m^3 de nor grindină este necesară o încărcătură de 1 : 1 000 mg de iodură de argint (fig. 91).

Fig. 91. — Racheta pentru razele termice (Foto Osservatorio di patologia vegetale — Verona).

Descărcările electrice produc daune frecvente arborilor, în special celor de pădure, cum sînt stejarul, coniferele, salcia, ulmul etc.

Copacii cu scoarța netedă, cum sînt fagul, carpenul, alunul, mesteacănul ș.a., sînt loviți mai puțin de descărcările electrice.

Daunele pot fi limitate la distrugerea sectorului afectat sau a întregului pom, sau a unui număr mai mare sau mai mic de pomi din jurul celui atins.

LEZIUNI DATORITE PRODUSELOR FITOFARMACEUTICE

Cele mai importante leziuni sînt cele provocate de produsele fitofarmaceutice, aplicate fie prin stropiri, fie prin prăfuiri, iar factorii care le provoacă pot fi :

— aplicarea unei concentrații mari a produsului ;
— prepararea greșită a zemurilor de stropit ;
— evaporarea lentă sau prea bruscă a solventului ;
— oxidarea produsului folosit ;
— aplicarea greșită a preparatului ;
— condițiile meteorologice nefavorabile în timpul aplicării tratamentului ;
— sensibilitatea diferitelor specii și soiuri din aceeași specie față de unele produse fitofarmaceutice.

Tipurile de leziuni produse sînt directe și indirecte.

Leziunile directe se produc la scurt timp după aplicarea tratamentului și se manifestă prin arsuri sau pete pe frunze, rugozități pe fructe ș.a.

Acțiunea indirectă se manifestă după un timp mai lung, uneori după mai multe cicluri de vegetație. În acest caz, produsele fitofarmaceutice acționează în interiorul plantei, producînd o intoxicație care influențează asupra fotosintezei, determinînd întîrzierea vegetației, căderea frunzelor, a florilor și a fructelor, uscarea plantelor.

Leziunile provocate de zemurile cuprice sînt cele mai frecvente și se datoresc folosirii zemei bordeleze insuficient neutralizată (sulfat de cupru) și zemurilor prea concentrate sau care au cupru în exces, precum și picăturilor mari de zeamă de pe obiectele tratate și sensibilității plantelor.

Cele mai sensibile plante la zemurile cuprice sînt piersicii în cursul vegetației, cu variații de la un soi la altul.

Leziunile se produc în special pe timpul umed, care favorizează solubilitatea cuprului și pătrunderea lui în țesutul plantelor. În acest timp transpirația este oprită, stomatele se închid, fotosinteza și consumul de anhidridă carbonică sînt reduse, iar excesul de anhidridă carbonică împreună cu apa din atmosferă ușurează solubilizarea și pătrunderea cuprului în frunze. Cînd timpul este uscat, stomatele sînt deschise, transpirația și asimilația sînt active, iar pătrunderea cuprului în plantă se face lent.

Simptomele se manifestă pe frunze diferit, în funcție de planta care a suferit intoxicația. Apar pete de decolorare marginale, iar în dreptul acestora în scurt timp frunza se usucă. În interiorul frunzei apar pete brune, bine delimitate. Pe fructe, în special pe mere și pere, apar rugozități, care pot duce pînă la deformări.

Zemurile cuprice acționează și indirect, prin oprirea din dezvoltare a plantelor, fapt constatat la vița de vie, la tomate, la sfecla de zahăr ș.a.

Leziunile produse de sulf și compușii lui sînt o urmare a aplicării tratamentelor pe bază de sulf în zilele călduroase la orele cu temperatura ridicată.

Sulful elementar produce pe frunze pete mărunte necrotice, urmate de căderea prematură a acestora ; pe frunzele de măr și păr petele sînt mai mari.

Spre deosebire de zeama bordeleză, leziunile produse de zeama sulfocalcică apar la puține zile după aplicarea acesteia, deoarece polisulfurile rămîn solubile puțin timp, iar toxicitatea depinde de solubilitatea acestora. Asupra formării leziunilor influențează condițiunile de climă, concentrația zemei, sensibilitatea plantelor. Leziunile apar pe ramurile tinere sub formă de pete de culoare verde-închis cu marginea roșie-brunie, iar pe frunze sub formă de pete circulare, brune.

Ca și zeama bordeleză, zeama sulfocalcică influențează negativ asupra fotosintezei.

Leziunile produse de fungicidele organice sînt diferite. Cele de zineb apar pe vîrful frunzelor sub formă de necroze, producînd uscarea parțială și căderea limbului. Unele observații au arătat și influența negativă a zemurilor cu TMTD și captan, care influențează germinarea polenului.

Compușii organomercurici, aplicați în sezonul umed provoacă arsuri pe unele soiuri de măr, urmate de o reducere a recoltei și o întîrziere a maturației.

Gliodinul, diclonul, ferbamul, nabamul produc arsuri și rugozități asupra unor soiuri de măr.

Leziunile produse de insecticide apar sub forme diferite.

Arseniații provoacă arsuri pe frunze, fructe etc. sub forma unor pete de culoare închisă.

Uleiurile horticole aplicate mai mulți ani consecutiv produc slăbirea pomilor prin acoperirea lenticelelor, influențînd astfel nefavorabil respirația. Fiind ușor absorbite prin scoarță, pot pătrunde pînă la țesutul cambial, producînd o degenerescență a acestuia.

Produsele pe bază de fenoli, fiind cu proprietăți extrem de caustice, pot produce distrugerea ramurilor tinere sub un an și a mugurilor porniți în vegetație.

Produsele pe bază de nicotină sînt fitotoxice cînd nu sînt bine titrate şi cînd au impurităţi.

Produsele pe bază de DDT aplicate sub formă de emulsie sau pulbere pot produce unele daune, după sensibilitatea plantelor faţă de aceste preparate. Cele mai multe cazuri de arsuri sînt produse în urma tratamentelor pe bază de amestec de DDT şi zeamă bordeleză.

Hexacloranul introdus în sol în doze mai mari produce o oprire în dezvoltarea plantelor, rahitism, deformări ale rădăcinilor, ale frunzelor, cloroze etc.

Influenţa hexacloranului poate fi mortală pentru plante, efectul toxic păstrîndu-se în sol timp de 4—5 ani.

Leziunile produse de erbicide sînt în funcţie de tipul de erbicid folosit şi de sensibilitatea plantelor la diferite tipuri de erbicide. Cele mai multe daune sînt produse de derivaţii acizilor diclorfenoxiacetici şi triclorfenoxiacetici care produc fie deformarea frunzelor, florilor, fructelor, urmate de moartea acestora, fie clorozarea şi uscarea plantelor.

Tehnica de lucru în fitopatologie

TEHNICA DE LUCRU ÎN STUDIUL VIROZELOR

Dezinfectarea

O condiţie esenţială în lucrările de virologie o constituie dezinfectarea solului, a aparaturii şi a instrumentelor de laborator şi de seră, precum şi a mîinilor experimentatorului.

Amestecul de pămînt folosit la cultivarea plantelor în seră se sterilizează în diferite tipuri de aparate prin menţinerea lui timp de o oră în aburi încălziţi la 120°C. Însămînţarea poate fi efectuată la o săptămînă de la aplicarea tratamentului. În lipsa aparaturii necesare, amestecul de pămînt poate fi dezinfectat cu formalină.

Ghivecele se dezinfectează prin menţinerea lor timp de 24 de ore într-o soluţie de formalină 2%, iar apoi 24 de ore în apă.

Dezinfectarea mîinilor înainte, după şi în timpul efectuării experienţelor este o condiţie esenţială pentru a preveni amestecarea sau influenţarea variantelor. Aceasta se realizează prin întinderea pe suprafaţa mîinilor a unei paste inactivatoare, urmată de spălarea mîinilor în apă curgătoare. Pasta folosită se prepară din 5 părţi fosfat trisodic, 20 de părţi săpun de toaletă şi 100 de părţi apă. Acestea se fierb împreună, agitînd continuu, pînă ce volumul amestecului scade la jumătate.

Mojarele, pistilele, presele de mînă, sticlăria şi alte obiecte care rezistă la temperatură ridicată se sterilizează prin menţinerea lor timp de 30 min la 180°C sau 2 ore la 120°C.

Sticlăria necesară lucrărilor de serologie se menţine :

— 24 de ore în soluţie sulfocromică (în acid sulfuric concentrat se pulverizează bicromat de potasiu pînă cînd acesta rămîne în exces) ;

— 12 ore în soluţie de acid clorhidric 20% ;

— 20 min în apă distilată în fierbere ;

— se spală în apă distilată, apoi se menţin 2 ore în etuvă la 120°C.

Cultivarea plantelor în seră

În lucrările de virologie, corespunzător mediilor de cultură din bacteriologie și micologie, se utilizează numeroase specii de plante necesare izolării, menținerii, determinării, înmulțirii și studiului virusurilor plantelor. Speciile ierboase folosite în acest scop se numesc *plante-test*, iar cele lemnoase *plante indicatoare*. Reacția plantelor variind în funcție de intensitatea proceselor fiziologice, este necesară cultivarea lor în condiții optime.

Amestecul de pămînt folosit la obținerea răsadului constă din : 2 părți compost bine cernut, 1 parte turbă și 1 parte nisip.

Pentru creșterea în continuare a plantelor se folosește un amestec compus din : 7 părți compost, 3 părți turbă și 1 parte nisip.

La fiecare metru cub de compost se adaugă în prealabil 1 kg de hidroxid de calciu sau 2 kg de carbonat de calciu. Turbei i se adaugă de asemenea cantitatea necesară de hidroxid de calciu pentru reducerea aciditații pînă la pH — 7.

Plantele se îngrașă apoi săptămînal cu îngrășăminte lichide complexe, aplicate în concentrații care să nu dăuneze aparatului foliar. Deosebit de importantă este repicarea în timp a răsadului. Plantele-test se cresc atît înainte, cît și după infecție la o temperatură de seră normală (20—25°C) și în condiții optime de lumină, iarna fiind necesară iluminarea suplimentară, iar vara realizarea unor condiții de lumină difuză prin ecranarea pereților serei.

La infecție se folosesc plante tinere (în faza de 4 frunze), uniform dezvoltate.

Izolarea și transmiterea virusurilor

Prin *izolarea virusului* înțelegem transmiterea lui artificială de la o plantă infectată natural la o specie crescută în condiții controlate. Metodele folosite în acest scop variază în funcție de modul de transmitere.

Inoculareа mecanică. Transmiterea virusurilor prin inoculare de suc este cunoscută încă din lucrările lui Mayer și Beijerinck. Fiind metoda cea mai mult folosită în cercetările de virologie, s-au elaborat numeroase procedee care variază între ele fie prin tehnica de rănire, fie prin tratamentele aplicate sucului sau plantelor în vederea măririi eficacității transmiterii. Procedeul cel mai general folosit este următorul :

Pe primele 2—3 frunze bazale ale plantelor ce urmează să fie inoculate se pulverizează uniform praf de carborundum (carbură de siliciu), praf de sticlă sau alt abraziv. Grăuncioarele abrazivului folosit este necesar să fie foarte fine (să treacă printr-o sită cu 160 de ochiuri pe cm^2).

De la planta infectată se rupe, cu ajutorul pistilului și marginii mojarului, o bucată de frunză. Aceasta se mojarează în prezența cîtorva picături de apă de robinet sau distilată. Sucul se separă de resturile de

Fig. 92. — Transmiterea virusurilor prin inoculare de suc (original).

țesut prin presarea acestora, pe marginea mojarului, cu ajutorul pistilului.

Aplicarea inoculului se face cel mai frecvent cu ajutorul unei spatule de sticlă care se introduce alternativ în suc. Cu aceasta se freacă fin, uniform și circular suprafața frunzelor, pe fața inferioară a acestora menținînd o bucată de hîrtie de filtru, pentru a-i mări rezistența (fig. 92).

În vederea eliminării resturilor de țesut și cu scopul de a evita transpirația excesivă, după 5—10 minute de la inoculare, frunzele supuse infecției sînt spălate, cu apă de robinet. Plantele sînt menținute apoi timp de 12—24 de ore în condiții de umbră și la temperaturi mai puțin ridicate.

Transmiterea prin altoire. Altoirea este metoda cea mai generală care poate fi aplicată în transmiterea virozelor plantelor. Ea poate fi folosită în cazul tuturor virusurilor cu infecție sistemică, sfera ei de utilizare fiind limitată numai de lipsa concrescerii țesuturilor celor doi parteneri. Ca metode de altoire se pot folosi toate procedeele utilizate în practica horticolă (copulație simplă, copulație îmbunătățită, triangulație, despicătură, sub coajă, în punte, oculare ș.a.), componentul bolnav putînd fi folosit fie ca portaltoi, fie ca altoi sau intermediar. În

scopul transmiterii artificiale s-au elaborat însă şi metode de altoire speciale. Astfel este ablactarea (fig. 93, A), în care cei doi componenţi

Fig. 93. — Transmiterea virusurilor prin diferite metode de altoire.
A, ablactarea; B, altoirea la sticlă; C, grefarea de scoarţă; D, oculaţia simplă; E, oculaţia dublă; F, dubla altoire; G, altoirea tuberculilor; H, altoirea bulbilor; s, stalon; b, butaşe (C, D, E, F, originale; A, B, G, H, după Schmelzer).

sînt legaţi împreună, îndepărtînd printr-o tăietură longitudinală scoarţa ţesuturilor care vin în contact. Altoirea „la sticlă" se execută în mod asemănător, cu deosebirea că planta infectată nu se găseşte pe rădăcini

proprii, baza acesteia fiind introdusă într-o sticlă cu apă pentru a preveni ofilirea (fig. 93, B). În transmiterea virozelor plantelor lemnoase se foloseşte frecvent grefarea pe o plantă sănătoasă a unei bucăţi de scoarţă provenită de la o plantă bolnavă, oculaţia simplă, oculaţia dublă şi dubla altoire (fig. 93, C, D, E, F). Metode speciale de altoire au fost elaborate pentru altoirea tuberculilor şi a bulbilor (fig. 93, G, H). La transmiterea prin altoire a virozelor căpşunilor se foloseşte frecvent ablactarea stolonilor. O altă metodă care a dat rezultate bune la aceste plante constă în îndepărtarea foliolei mijlocii a unei frunze şi altoirea în locul acesteia a unei foliole cu o bucată de peţiol (tăiată în pană), în despicătura efectuată în lungul peţiolului.

Transmiterea prin specii de cuscută. Posibilitatea transmiterii virusurilor prin *Cuscuta* a fost descoperită în 1940. Dintre numeroasele specii aparţinînd acestui gen, 15 au fost experimentate cu privire la posibilitatea folosirii lor în lucrările de transmitere. Sămînţa speciilor de *Cuscuta* este pusă să germineze în vase Petri. Vîrful germenilor este transferat pe plante-gazdă tinere, pe care parazitul reuşeşte să se fixeze în decurs de cîteva zile, haustorii acestuia pătrunzînd pînă în floem. Cînd *Cuscuta* sp. constituie o gazdă a virusului pe care dorim să-l transmitem, tehnica transmiterii constă în creşterea ei întîi pe planta infectată (donatoare) şi apoi pe cea sănătoasă. În cazul cînd *Cuscuta* formează numai un „canal conducător", ambele plante (sănătoasă şi donatoare) sînt populate simultan. Lăstarii vegetativi ai unei plante de torţel sănătoasă (de preferat din sămînţă) se răsucesc cu grijă în jurul lăstarilor plantei sănătoase. După mai puţin de 2 săptămîni parazitul formează lăstari vegetativi pe planta bolnavă, care sînt suficient de lungi pentru a forma o „punte de trecere" pe planta sănătoasă. Planta sănătoasă şi cea bolnavă sînt astfel unite prin intermediul torţelului. Pentru a favoriza circulaţia sevei de la planta donatoare spre cea sănătoasă, prima este menţinută la lumină directă, iar a doua la umbră. Specii de *Cuscuta* au fost folosite şi pentru a favoriza concreşterea altoiului cu portaltoiul prin dezvoltarea haustorilor la punctul de altoire. Procentul plantelor infectate este mare în cazul cînd specia de *Cuscuta* folosită este gazdă a virusului transmis şi mai redus cînd aceasta constituie o simplă punte de legătură. Dintre speciile de *Cuscuta*, *C. compestris* este cel mai mult folosită în experienţele de transmitere.

Transmiterea prin insecte. Culturile de afide necesare efectuării experienţelor de transmitere se obţin prin trecerea insectelor pe frunzele plantelor-gazdă favorabile, individual sau în grup, cu ajutorul unor pensule fine. Creşterea insectelor are loc în seră sub diferite tipuri de izolatoare (fig. 94). În lunile de iarnă se recomandă adaos de lumină suplimentară. Pentru a evita apariţia generaţiilor aripate perioada de iluminare nu va depăşi 16 ore pe zi. La efectuarea experienţelor de transmitere cu virusurile persistente în vector se ia din crescătorie un

anumit număr de afide. Acestea se trec pentru o perioadă care variază de la virus la virus, pe plantele bolnave, iar de pe acestea pe plante sănătoase. După trecerea perioadei necesare infecției, insectele sînt distruse prin tratarea plantelor cu insecticide de contact cu remanență scurtă. Experiențele de transmitere a virusurilor nepersistente sînt mai migăloase, necesitînd observarea, cu ajutorul lupei, a comportării afidelor atît pe planta bolnavă, cît și pe cea sănătoasă. Acest lucru este necesar, deoarece numai afidele care se hrănesc într-un interval foarte scurt atît pe planta bolnavă, cît și pe planta-test pot fi luate în considerare la evaluarea rezultatelor transmiterii. În ultimul caz, insectele sînt supuse înainte de începerea experiențelor unei perioade de flămînzire de una pînă la mai multe ore. În acest timp, ele sînt păstrate în vase închise, care permit intrarea aerului în aceleași condiții de temperatură și lumină care vor fi folosite în experiențele de transmitere. Aceleași principii sînt valabile și în efectuarea experiențelor cu alte grupe de insecte. În cazul virusurilor persistente sînt mult folosite izolatoare mici pentru o singură insectă, care permit expunerea la infecție a unei porțiuni limitate din suprafața frunzelor sau a plantelor și mutarea insectei de la o plantă la alta.

Fig. 94. — Tipuri de izolatoare folosite la transmiterea virusurilor prin insecte (original).

Identificarea virusurilor plantelor

Lipsa unui sistem de clasificare general acceptat, caracterizarea incompletă a unor virusuri și existența majorității acestora sub forma unor populații de variante și tulpini fac ca elaborarea și introducerea în practică a unor chei pentru identificarea virusurilor să fie foarte dificilă. Datorită acestui fapt, determinarea virusurilor plantelor se bazează pe obținerea tuturor informațiilor posibile, pe caracterizarea cît mai completă a izolatelor studiate (R o s s, 1964).

La început, identificarea virusurilor se baza numai pe *simptomele* produse la plantele infectate natural. Pe măsură ce cercetările de virologie s-au adîncit, a devenit evident că simptomatologia nu poate constitui singurul criteriu de identificare, același virus producînd simptome variate la diferite specii. Studiul simptomelor produse la unele specii împreună cu modul de transmitere ne permite însă să plasăm virusul în curs de identificare în diferite grupe: grupa mozaicurilor, grupa îngălbenirilor, grupa pătărilor inelare etc.

Studiul *cercului de plante-gazdă* duce la o micșorare treptată a numărului virusurilor cu care ar putea fi identificate izolatele pe care le cercetăm. Unele virusuri infectează numai un număr mic de specii înrudite aparținînd la puține genuri, însă aproximativ o treime dintre virusurile cunoscute se caracterizează printr-un cerc foarte mare de plante-gazdă. Unele dintre acestea infectează atît plantele monocotiledonate, cît și speciile dicotiledonate, ierboase și lemnoase. O bună parte dintre virusurile descrise ocupă o poziție intermediară între cele două extreme. În experiențele privind stabilirea cercului de plante-gazdă, absența simptomelor nu trebuie interpretată ca o lipsă a infecției. În astfel de cazuri sînt necesare transmiteri înapoi pe planta sensibilă pentru punerea în evidență a infecției latente atît în frunzele supuse infecției mecanice, cît și în cele crescute după efectuarea acesteia.

Cercetarea *prezenței incluziunilor celulare* în plantele sensibile, stabilirea formei, a numărului și a localizării acestora pot oferi elemente importante pentru determinarea virusurilor.

La începutul cercetărilor o mare importanță s-a acordat stabilirii *proprietăților virusurilor in suc*. În lipsa unei metodici standardizate în vederea determinării rezistenței *in vitro*, a temperaturii de inactivare, a diluției limite și a rezistenței în frunze uscate, datele obținute de diferiți autori pentru același virus variază uneori foarte mult. Aceasta se datorește mai ales faptului că sucul brut obținut din diferite gazde variază în ceea ce privește concentrația virusului, pH-ul și prezența unor constituenți protectori, inhibitori sau inactivatori. Cu toate acestea, stabilirea proprietăților fizice prezintă o mare importanță atît pentru identificare, cît și pentru obținerea unor informații inițiale, necesare efectuării altor lucrări (purificare etc.).

Modul de transmitere are o mare importanță pentru identificare. Caracteristicile transmiterii sînt mai puțin hotărîtoare în cazul virusurilor transmisibile prin inoculare de suc, totuși ele oferă date ajutătoare pentru determinare. Stabilirea vectorului este însă un pas important în identificarea virusurilor transmisibile numai prin vectori. Determinarea oricărui virus din această grupă nu este completă fără cunoașterea transmițătorului. În cazul unor virusuri, identificarea nu este posibilă fără studiul relației dintre virus și vector, stabilirea duratei perioadei de achiziționare, a perioadei de latență, a faptului dacă are loc înmulțirea în vector sau transmiterea la urmași, toate acestea avînd uneori o importanță primordială.

Protecția încrucișată, care se bazează pe principiul că o plantă infectată sistemic cu un virus nu este expusă la noi infecții în urma reinfectării ei cu același virus, este metoda de bază pentru stabilirea

identității unui virus. O condiție esențială pentru aplicarea acestui test constă în faptul că identitatea virusului cu care comparăm virusul în curs de cercetare trebuie să fie precis stabilită, iar ultimul să producă la planta respectivă reacții, locale sau sistemice, diferite de ale primului.

Indicații importante pentru stabilirea relației dintre un virus cunoscut și unul în curs de determinare se obțin și prin *testul infecțiilor simultane*, elaborat de H o l m e s în 1956. El constă în inocularea separată și simultană a celor două virusuri la mai multe specii sensibile. Dacă în infecții simultane se obține o boală mai gravă decît în cazul infecțiilor separate, rezultă că cele două virusuri nu sînt înrudite.

Un test deosebit de specific, folosit mai ales la identificarea și separarea tulpinilor de virus, constă în inocularea lor pe plante care conțin gene specifice, datorită cărora reacționează caracteristic față de un anumit virus. H o l m e s a identificat prin acest procedeu tulpina *Plantago* a virusului mozaicului tutunului (R o s s, 1964).

Mărimea și forma particulelor este caracteristică diferitelor virusuri, microscopul electronic fiind de un real folos pentru identificare. Datorită metodelor rapide de obținere a preparatelor, aplicabile mai ales în cazul virusurilor alungite, acest aparat poate fi folosit adesea la începutul experiențelor de identificare. Observarea directă a particulelor și măsurarea acestora sînt uneori suficiente pentru o determinare probabilă a virusului studiat sau cel puțin pentru plasarea lui în anumite grupe. Un studiu mai detaliat al morfologiei este necesar să se efectueze însă cu preparate purificate.

Deși nu pot fi aplicate la toate virusurile, *testurile serologice* permit o identificare rapidă și sigură a virusurilor plantelor. Un avantaj al acestei metode constă în faptul că reacțiile serologice, ca și testul de protecție încrucișată, au o specificitate de grup, un ser specific unui virus reacționînd cu toate tulpinile acestuia. Pentru separarea tulpinilor între ele se pot aplica însă tehnici serologice speciale.

Procedeele și metodele folosite la identificare și ordinea obținerii informațiilor necesare variază de la virus la virus. În unele cazuri, prezența incluziunilor, transmiterea pe citeva plante-test, morfologia particulelor, metoda serologică sau modul de transmitere, aplicate separat, pot da elemente suficiente pentru determinarea unui virus. În alte cazuri însă stabilirea identității unei izolate necesită efectuarea unui număr mare de determinări de natură diferită.

Punerea în evidență a incluziunilor celulare

Incluziunile intracelulare și intranucleare, fiind caracteristice anumitor virusuri, pot fi folosite la diagnosticarea rapidă a unor viroze. Avînd o mărime de 5—30 μ ele pot fi observate la microscop, în preparate proaspete sau colorate. La examinarea lor se recomandă folosirea microscopului cu contrast de fază. Fiind optic active, rezultate și mai bune se obțin la cercetarea incluziunilor la microscop în lumină polarizată.

Incluziunile se observă bine după 10—28 de zile de la infecție. În majoritatea cazurilor, ele pot fi puse în evidență în celulele perișorilor sau în celulele epidermice. Porțiunea de examinat se obține secționînd transversal nervura principală de pe fața inferioară a frunzelor plantelor infectate și exfoliind, cu ajutorul pensetei, o bucată de epidermă. Aceasta poate fi examinată imediat la microscop în preparate umede. Incluziunile amorfe sau cristaline pot avea forme și mărimi diferite, deosebirea lor de formațiile celulare necesitînd adesea o examinare paralelă a celulelor plantelor sănătoase.

Fixarea preparatelor poate fi efectuată menținîndu-le 3—4 minute în soluția Carnoy, după care se spală în alcool de 96%. Păstrarea lor are loc în alcool de 96%, în care se mențin timp de peste un an, examinarea lor efectuîndu-se apoi în apă distilată.

În preparate proaspete, incluziunile amorfe și cristaline pot fi fixate și colorate astfel :

— *fixarea* în formalină 8% timp de 15 min ;

— *colorarea* cu unul din următorii coloranți : Bengalrosa 0,5% minimum 20 de minute ; Trypanblau 0,5% minimum 30 min ; biclorură de mercur 10 g, Bromphenolblau 0,1 g, apă distilată 100 cm³, 15 minute. La folosirea ultimului colorant este necesară spălarea în acid acetic 0,5% timp de 20 min și apoi în apă distilată cîteva minute.

Folosind acești coloranți, se obține și o colorare a nucleului, a nucleolilor și a cloroplastelor.

La examinarea fragmentelor de epidermă obținute de la plante de tutun infectate cu virusul gravurii tutunului în soluție Lugol, în nucleu se observă numeroase incluziuni (pînă la 30), sub formă de plăci subțiri, colorate în galben.

Incluziunile virotice mai pot fi puse în evidență cu ajutorul *microscopului cu fluorescență*, proprietățile lor fluorescente fiind diferite de cele ale elementelor celulare. În acest scop, bucăți de epidermă se fixează, menținîndu-le timp de 60—90 min în acid picric 1%, după care se spală de mai multe ori în apă distilată. Se mențin apoi 15—30 min în acridinoranj 1 : 10 000, dizolvat în tampon fosfatic 0,15 M cu pH 7. Spălarea are loc 5—10 min în tampon fosfatic cu pH 7. Observațiile se execută în tampon fosfatic cu pH 7, folosind filtrul albastru și filtrul OG 1. Incluziunile apar de culoare verde, iar nucleii — albaștri. La o activitate mai îndelungată a fluorocromului, nucleii apar de culoare roz pînă la oranj, iar incluziunile oranj.

Stabilirea proprietăților fizice

Rezistența in vitro (Stabilitatea în suc). Pentru stabilirea rezistenței virusului *in vitro*, cantități egale de suc extras din plante bolnave la 14—21 de zile de la infecție se închid în fiole de sticlă de 1—5 cm³. Pentru a preveni dezvoltarea microorganismelor, se pot adăuga sucului diferite chimicale. Efectul direct al acestora asupra infecțiozității este necesar să fie stabilit în experiențe preliminare. Fiolele cu suc se păstrează într-o cameră cu temperatură cît mai puțin variabilă (20—22°C). La intervalele de timp stabilite se efectuează inoculări pe plante-test corespunzătoare, folosind de fiecare dată conținutul unei singure fiole.

Rezultate mai precise se obțin utilizînd metoda propusă de Yarwood și Sylvester, în care stabilitatea în suc se apreciază prin timpul după care are loc inactivarea a jumătate din totalul particulelor unei populații de virus ($t^{1}/_{2}$). Acesta se calculează după formula :

$$t^{1}/_{2} = \frac{T \log 2}{\log P_0 - \log P_1},$$

în care :

T — timpul de observare ;

P_0 — numărul inițial de unități infecțioase ;

P_1 — numărul de unități infecțioase după timpul T.

Avînd în vedere că, la anumite concentrații, între numărul particulelor active din suc și numărul leziunilor locale produse pe gazdele hipersensibile există o relație pozitivă direct proporțională, P_0 poate fi înlocuit cu numărul leziunilor locale produse pe planta-test la începutul experienței, iar P_1 cu numărul leziunilor locale obținute cu același preparat după timpul T. Datele obținute prin metoda lui Yarwood reflectă mai bine stabilitatea virusurilor *in vitro* în comparație cu procedeul obișnuit (Köhler, 1964).

Temperatura de inactivare. Cu toate că punctul de inactivare termică variază în funcție de tulpina virusului, planta-gazdă, planta-test, pH-ul sucului etc., temperatura de inactivare (temperatura la care sucul infecțios menținut timp de 10 minute își pierde complet capacitatea de infecție), ei este un caracter important de diferențiere a virusurilor și în unele cazuri și a tulpinilor.

În experiențele privind determinarea punctului de inactivare termică se folosesc eprubete cu pereți subțiri (0,7 mm), de 10 cm lungime și 1 cm în diametru. În fiecare eprubetă se introduc cîte 1 cm³ de suc infecțios și 1 cm³ de apă distilată. Eprubetele închise se introduc într-o baie marină cu temperatură constantă, rezultate bune obținîndu-se folosind ultratermostatul Höppler. Nivelul apei din termostat va fi cu 3 cm deasupra conținutului fiolelor. Eprubetele se mențin timp de 10 min la diferite temperaturi, apoi se răcesc brusc, prin menținerea lor în apă curgătoare. Efectul temperaturii asupra infecțiozității se stabilește inoculînd sucul astfel tratat pe plante care reacționează prin leziuni locale. Pentru fiecare virus sau tulpină este necesar să se folosească cîte 3 eprubete, care formează repetițiile variantei. La început, efectul temperaturii se stabilește la intervale de 5—10°C, începînd de la 50°C pînă la 95°C. După stabilirea limitelor mari de temperatură între care are loc inactivarea, se efectuează determinări mai precise, la intervale de 2°C. La stabilirea punctului de inactivare în scopuri diagnostice se folosește suc extras din plante bolnave la 14—21 de zile de la infecție, din care s-au eliminat părțile grosiere prin filtrare prin vată sau printr-o centrifugare scurtă la 3 000 t/m. În experiențe mai exacte este necesară folosirea unor soluții de virus purificat, de concentrații cunoscute (aceleași pentru toate variantele).

Diluția-limită. Pentru stabilirea diluției la care sucul extras din plantele bolnave își pierde capacitatea de infecție, se fac diluții zecimale de la 1 : 10 pînă la 1 : 1 000 000. Pentru aceasta se folosesc 6 eprubete, în care se introduc cîte 9 cm³ de apă distilată. Peste apa din prima eprubetă se adaugă 1 cm³ de suc extras din plantele bolnave la 14—21 de zile de la infecție. După amestecare se ia din aceasta 1 cm³ de suspensie și se introduce în eprubeta a doua ș.a.m.d. Cu conținutul din fiecare eprubetă se inoculează apoi același număr de plante. Examinarea rezultatelor se efectuează la cîteva zile după apariția simptomelor pe plantele martor.

Rezistența în frunze uscate. Plantele bolnave se scot din ghivece la 14—21 de zile de la infecție. După curățirea sistemului radicular prin spălare, plantele se mențin atîrnate de o sîrmă, în laborator, într-un loc neexpus luminii directe. La intervale de timp stabilite se constituie probe reprezentative de frunze. Acestea se mojarează în prezența cîtorva picături de apă, suspensia obținută fiind folosită la efectuarea testurilor de infecțiozitate.

Purificarea virusurilor

Prin purificarea virusului se înțelege obținerea agentului infecțios într-o stare cît mai lipsită de constituienții normali ai plantei-gazdă. Puritatea preparatelor este greu de precizat, criteriile de apreciere variind în funcție de factorul urmărit de cercetător și de metodele folosite.

Purificarea virusurilor a făcut obiectul numeroaselor lucrări de sinteză (Steere, 1964).

Prima problemă care se pune în lucrările de purificare este alegerea celei mai corespunzătoare plante pentru înmulțirea virusului și pentru testarea capacității de infecție a preparatelor în diferitele etape ale procesului de purificare. În timp ce pentru primul scop se folosesc specile cu reacție sistemică, pentru al doilea se preferă cele cu reacție locală. La alegerea celei mai potrivite specii pentru înmulțirea virusului se are în vedere, pe lîngă concentrația ridicată de virus în țesut, faptul că diferiți componenți ai plantei pot inactiva, precipita sau adsorbi particulele de virus sau pot fi separați greu de acestea, datorită dimensiunilor similare. De asemenea se au în vedere ușurința cultivării în seră, ritmul de creștere, rezistența la alte boli sau factori nefavorabili.

Concentrația virusurilor și a substanțelor ce interferă cu acestea în timpul purificării variază de asemenea cu vîrsta plantelor și condițiile de cultură. În general plantele tinere, infectate în stadiul de 2—4 frunze, crescute în sol cu un conținut echilibrat de N P K, la o umiditate atmosferică de 70—80%, lumină difuză și temperatură în jur de 20°C dau cele mai bune rezultate.

Frunzele se recoltează cînd virusul atinge concentrația maximă, după care are loc adesea o scădere considerabilă a conținutului acestuia. Unele părți ale frunzelor (nervurile principale și pețiolul) adesea nu se folosesc la extragerea sucului datorită conținutului lor redus în virus.

Deosebit de importantă este alegerea tampoanelor, care, folosite la mojarareа țesuturilor și în decursul procesului de purificare, au rolul să protejeze activitatea biologică și să prevină agregarea sau precipitarea particulelor. Tampoanele fosfatice au fost mult folosite. Experiențele mai recente au arătat că în anumite cazuri ele produc agregarea, precipitarea sau inactivarea virusurilor (S t e e r e, 1964). La fixarea tamponului se va acorda importanță nu numai ionilor, ci și pH-ului și forței ionice. Stabilitatea unor virusuri reclamă prezența Mg sau Ca, în timp ce altele își păstrează infecțiozitatea în tampoane foarte diluate sau în apă distilată, din care aceste elemente au fost eliminate. Unele virusuri se fragmentează dacă forța ionică este sub 0,2 M, altele se dezagregă dacă aceasta este peste 0,2 M. Sensibilitatea ridicată a unor virusuri față de valorile ridicate sau scăzute ale pH-ului și toleranța altora este cunoscută. Adesea este foarte eficace introducerea în tampon, în timpul macerării țesuturilor, a unor agenți reducători (acid ascorbic, glicolat de sodiu, colhidrat de cisteină, Na_2SO_3) sau inhibatori ai enzimelor (dietilditiocarbamat de sodiu) pentru prevenirea pierderii virusului datorită oxidării, acțiunii enzimatice sau precipitării și prevenirea absorbirii coloranților de către virus. Adaosul de alte proteine (albuș de ou) în timpul mojarării, care reacționează cu substanțele tanante, s-a dovedit de asemenea foarte eficace.

Macerarea țesuturilor infectate se face folosind diferite malaxoare, tocătoare de salată, rîșnițe de alimente, mori cu cilindri, mașini de tocat carne, diferite sisteme de prese, la alegerea unui procedeu sau altul avînd în vedere numai ușurința operației, rapiditatea și gradul extracției și contactul imediat al fragmentelor țesuturilor cu tamponul.

Separarea sucului de părțile grosiere se realizează trecîndu-l prin tifon, pînză sau hîrtie de filtru, folosind uneori o centrifugă specială pentru extras suc.

Prin centrifugare la turație redusă (10—30 de minute la 3 000—10 000 g), sucul poate fi eliberat de fragmente de celule, cloroplaste, nuclei, mitocondrii și alte componente mai mari decît virusul. Același rezultat poate fi obținut trecînd sucul prin mai multe straturi de hîrtie de filtru sau prin filtre fine de ceramică sau sticlă. Dacă virusul rezistă, sucul poate fi înghețat și dezghețat sau încălzit timp de 10 min la 50—60°C înainte de clarifiere. Prin aceasta se denaturează unele proteine care sînt eliminate apoi prin centrifugare. Prin filtrare cu adaos de cărbune, bentonită, pămînt cu diatomee, pulbere de celuloză și celită (S t e e r e, 1964) se pot elimina de asemenea o serie de compuși de dimensiuni reduse (coloranți, enzime).

Unii cercetători folosesc pentru clarifierea sucului diferiți solvenți organici (n-butanol, cloroform, etanol, acetonă, freon). Aceștia se adaugă fie la suc în timp ce se agită pentru a forma o emulsie, fie în timpul macerării țesuturilor. Uneori amestecul este lăsat în repaus 12—24 de ore, în altele este supus imediat centrifugării.

Purificarea în continuare poate fi efectuată după două principii, urmărind fie înlăturarea tuturor particulelor nevirulente și a substanțelor solubile, virusul rămînînd neafectat în tampon, fie separînd virusul din suspensie pentru a-l resuspenda apoi într-un tampon corespunzător. Ultimul procedeu are dezavantajul că adesea virusul odată precipitat este greu de resuspendat în tampon.

Procedeele și metodele folosite la separarea diferitelor particule din suspensia de virus se bazează pe diferențele de mărime, formă, compoziție chimică, structura internă, sarcina electrică de suprafață, densitate, culoare, configurația suprafeței.

Principalele metode folosite la purificarea virusurilor din sucul clarificat sînt: filtrarea în gel, variația forței ionice, precipitarea prin diferite substanțe, precipitarea la punctul izoelectric, diferite procedee de electroforeză, cromatografierea, separarea suspensiei în două faze cu ajutorul polimerilor, ultracentrifugarea, metode serologice, utilizarea gelurilor uscate și a microfiltratelor (S t e e r e, 1964).

Concentrarea suspensiei de virus se realizează fie prin procedee de înlăturare a solventului din suspensie, fie prin metode de obținere a virusului din suspensie (ultracentrifugare, electroforeză, cristalizare, precipitare ș.a.).

În ultimele decenii au fost elaborate metode speciale pentru obținerea ARN liber din plantele infectate.

Purificarea virusului mozaicului tutunului

Metoda Bawden. Ca sursă de virus servesc plantele de *Nicotiana tabacum* infectate în faza de 4 frunze. La 3 săptămîni de la infecție sucul este extras cu ajutorul unei prese de mînă. În vederea îndepărtării clorofilei, acesta este înghețat peste noapte la —12°C. După dezghețare are loc o centrifugare (30 min la 3 500 t/m). Sedimentul format se elimină. Supernatantului I se adaugă 250 g de sulfat de amoniu la litru. După un repaus de 30 min, suspensia este centrifugată timp de 30 min la 3 500 t/m, urmată de eliminarea supernatantului. Sedimentul obținut se extrage de mai multe ori cu un volum total de apă egal cu 1/4 din volumul inițial al sucului. Precipitatul nedizolvat la ultima extracție este îndepărtat, iar suspensiile obținute la cele 4 extracții se amestecă, aducîndu-se apoi la pH = 6,5, cu o soluție de NaOH. Urmează apoi patru precipitări succesive cu sulfat de amoniu 250 g/l, urmate de redizolvări și centrifugări. Sedimentul format la ultima precipitare este dizolvat într-o cantitate de apă distilată de 10 ori mai mare decît volumul acestuia. Prin adaos de HCl, suspensia obținută este adusă la pH — 3,3. După 30 min, preparatul este centrifugat, iar sedimentul, spălat și din nou centrifugat, este luat într-un volum de apă egal cu 2% din volumul inițial al sucului. Acesta este dializat timp de 48 de ore. În urma schimbării pH-ului virusul trece în soluție, în timp ce majoritatea proteinelor normale rămîn insolubile. După dializă preparatul este diluat cu apă, în cantitate egală cu aproximativ 1/2 din volumul său. Urmează o centrifugare timp de 30 min la 3 500 t/m. Supernatantul obținut (I) se reține, iar sedimentul este extras cu o cantitate mică de apă, după care centrifugarea se repetă, supernatantul (II) fiind amestecat cu cel de la prima centrifugare. Suspensia de virus este dializată timp de 48 de ore, după care sedimentul separat prin centrifugare se elimină, iar supernatantul se menține nemișcat, într-o eprubetă, la 1—4°C. În decurs de 4 zile, preparatul se separă în două straturi. Stratul de jos, opalescent și incolor conținînd majoritatea virusului, se separă apoi prin pipetare. Prin această metodă se pot obține din 100 cm^3 de suc circa 2,5 cm^3 de suspensie foarte concentrată în virus. Separarea virusului în partea de jos a eprubetei are loc numai în cazul cînd suspensia este foarte concentrată (peste 2—3%), deoarece numai în aceste condiții au loc agregarea și stratificarea particulelor elementare.

Precipitarea la punctul izoelectric. Acest procedeu este rapid, însă preparatele obținute sînt mai puțin pure decît în cazul metodei precedente. Prin adaos de HCl, sucul extras din plantele infectate, clarificat prin înghețare și centrifugare, este adus la pH — 4,6. La acesta are loc precipitarea majorității proteinelor normale, care se elimină prin centrifugare. Supernatantul este adus apoi la pH — 3,3, la care are loc precipitarea virusului. Precipitatul este separat prin centrifugare, apoi spălat și dializat, virusul separîndu-se apoi în supernatantul obținut la o nouă centrifugare.

Procedee și metode serologice

Tehnicile serologice sînt larg folosite în fitopatologie, mai ales la identificarea agenților patogeni și în cercetările privind stabilirea înrudirii dintre diferitele specii. În cazul virozelor, ele oferă ameliioratorilor și producătorilor de sămînță procedee precise și rapide de diagnosticare, fiind de asemenea de un real folos la determinarea stării sanitare a loturilor de sămînță, în vederea eliberării certificatului de calitate.

Noțiuni generale

Animalele cu sînge cald expuse unor substanțe cu molecule mari (proteine, polizaharide), virusurilor sau bacteriilor suferă modificări fiziologice profunde, caracterizate mai ales prin creșterea și alterarea globulinelor din serul sîngelui. Aceste globuline alterate se numesc *anticorpi*. Substanțele sau microorganismele care introduse parenteral (nealterate) în corpul animalelor determină formarea anticorpilor se numesc *antigene*. Anticorpii au proprietatea de a se combina specific, *in vitro* sau *in vivo*, cu antigenul folosit la producerea lor, dînd astfel naștere la o *reacție serologică* vizibilă. *Haptene* sînt antigeni incompleți, care au capacitatea de a se combina cu unii anticorpi *in vitro*, dar nu provoacă formarea acestora *in vivo*. Serul care conține anticorpi specifici unuia sau mai multor antigeni se numește *antiser* sau *ser imun*, iar serul obținut de la un animal care nu a fost injectat niciodată cu un material antigenic este cunoscut sub numele de *ser normal*. Prin *imunizarea animalelor* se înțelege totalitatea procedeelor tehnice folosite la administrarea (injectarea) antigenului în vederea producerii anticorpilor. Un antiser sau antigen este omolog față de antigenul folosit la obținerea lui, respectiv față de propriul său antiser și heterolog față de un alt antigen, respectiv alt antiser. Prin *specificitatea reacțiilor serologice* se înțelege capacitatea anticorpilor de a reactiona numai cu antigenul omolog (reacție omologă) sau cu antigeni heterologi înrudiți cu antigenul omolog (reacție heteroloagă). Specificitatea reacțiilor serologice se bazează pe natura, mărimea și numărul (valența) unor *grupe determinante*, existente la suprafața antigenilor. Reacțiile serologice se mai caracterizează printr-o *sensibilitate ridicată*, cu ajutorul antiserurilor putînd fi puse în evidență cantități relativ reduse de antigen. Prin *titrul antiserului* se înțelege diluția maximă la care acesta este capabil să reacționeze cu o diluție constantă de antigen, producînd o reacție

serologică vizibilă. *Ultimul punct de precipitare* este diluția maximă la care un antigen produce o reacție vizibilă (de precipitare) cu antiserul omolog. *Timpul optim de precipitare* este perioada cea mai scurtă după care apare reacția serologică în cadrul unui sistem de concentrații (diluții) diferite de antigen/antiser. Stabilirea acestui punct este necesară pentru a cunoaște proporțiile (diluțiile) optime de antigen/antiser, ce trebuie a fi folosite în operațiile practice de testare și mai ales la cercetările de ordin cantitativ, excesul de antiser sau de antigen inhibînd total sau întîrziind apariția reacției. Prin *adsorbția antiserurilor* (seruri adsorbite) se înțelege tratarea lor cu 2—5 părți (volum) de antigen heterolog în vederea precipitării și apoi a înlăturării, prin centrifugare, a anticorpilor specifici acestuia. Se folosește pentru stabilirea gradului de înrudire dintre diferiți antigeni și în tehnica preparării antiserurilor.

Obținerea antiserurilor

Pregătirea antigenului. Antigenul trebuie introdus în corpul animalelor într-o stare în care să nu fie dăunător corpului acestora. Virusurile pot fi injectate în stare pură sau în suc nepurificat. În cazul virusurilor puțin stabile, prelucrarea prealabilă a sucului se rezumă la centrifugarea lui timp de 30 min. la 3 500 t/min. în vederea eliminării corpurilor străine. Serul produs cu un astfel de antigen conține și anticorpi specifici proteinelor normale. Pentru eliminarea acestora, serul obținut se amestecă cu 2—5 volume de suc extras din plante sănătoase, se lasă în repaus timp de 12 ore, după care precipitatul format (proteine normale + anticorpii omologi) se elimină prin centrifugare. La nevoie, această operație de adsorbție se repetă pînă serul devine specific, reacționînd numai cu sucul extras din plantele infectate. Un alt procedeu de preparare a antiserurilor specifice virusurilor care nu pot fi obținute în stare pură constă în eliminarea proteinelor normale prin adsorbirea sucului plantelor infectate cu un antiser specific proteinelor normale. Acesta se prepară imunizînd animalele cu suc extras din plante sănătoase. O bună parte din proteinele normale poate fi eliminată prin înghețarea sau încălzirea (10 min la 50—60°C) sucului extras din plantele infectate și eliminarea precipitatului format prin centrifugare. Componentele toxice pot fi eliminate din suc prin dializă.

Imunizarea animalelor. Administrarea antigenului poate fi efectuată prin injecții intravenoase, intramusculare sau intraperitoneale. Primul procedeu este cel mai frecvent folosit. Injecțiile se fac în vena marginală a urechii. Pentru a provoca dilatarea acesteia, urechea se freacă cu vată îmbibată în etanol 70% sau este supusă unei comprese fierbinți. Injectarea se face cu ajutorul unei seringi de 1—2 cm^3, prevăzută cu un ac nr. 14. La umplerea seringii se folosește un ac de rezervă, iar bulele de aer care se formează se elimină cu grijă. Prima injecție se aplică cît mai aproape de vîrful urechii, cu următoarele înaintîndu-se treptat spre bază. Vîrful acului este introdus în venă sub un unghi de 45°. Apoi poziția seringii este astfel schimbată încît acul să poată înainta liber în lungul venei. Conținutul seringii este injectat încet, sub o presiune uniformă. Orice rezistență opusă demonstrează că acul nu se găsește în venă. Dacă în astfel de cazuri se mărește presiunea, antigenul este introdus în țesuturile urechii, dînd mai tîrziu fenomene nedorite. La scoaterea acului și cîteva minute după aceea se menține o slabă presiune asupra punctului de înțepare pentru a preveni sîngerarea animalului.

Schemele de imunizare și cantitățile de antigen administrate sînt foarte diferite. În urma unei injecții, cantitatea de anticorpi crescînd rapid pînă în a 7-a zi de la injectare, se recomandă ca administrarea antigenului să se facă la intervale de 7 zile. Antiserurile cu titru ridicat pot fi obținute prin 3—5 injecții a 1—3 cm^3 virus purificat. Cu aceeași cantitate de virus se obține un titru mai ridicat cînd este aplicată fracționat decît printr-o singură injecție.

Injecțiile intraperitoneale sînt mai puțin eficace, însă au avantajul că animalele suportă mai bine substanțele toxice. Acest procedeu este utilizat mai ales la producerea antiserurilor, folosind ca antigen suc nepurificat.

În ultimele două decenii s-au obținut rezultate bune prin injectarea intramusculară sau subcutanată a suspensiei de virus în amestec cu unii agenți specifici care favorizează formarea anticorpilor, cunoscuți sub numele de adjuvanți. Dintre aceștia, adjuvantul lui Freund este produs pe scară comercială. Procedeul prezintă o importantă deosebită pentru virusurile la care obținerea antiserurilor este dificilă din cauza instabilității lor. El este de asemenea mult folosit în cazul cînd dispunem de unele cantități mici de virus purificat.

Numeroase rezultate arată că prin combinarea injecțiilor intramusculare cu adjuvant Freund (administrate primele) cu cele intravenoase se obțin rezultate mai bune decît la folosirea procedeelor respective în mod separat (B a l l, 1964).

Sîngerarea animalelor și conservarea serului. Sîngerarea are loc după obținerea titrului dorit, la 7—14 zile de la aplicarea ultimei injecții. Ea poate fi totală sau parțială. În primul caz, sîngele se recoltează steril, în tuburi de sîngerare speciale, prin tăierea venei jugulare. În ultimul caz, serul este nesteril, fiind recoltat în eprubete obișnuite, prin crestarea bazei venei marginale a urechii nefolosite la injectare, animalul putînd fi supus la noi imunizări cu același antigen. Sîngele se păstrează cîteva ore la temperatura camerei sau într-un termostat la 37°C, după care serul se separă de cheag prin decantare sau centrifugare. În cazul serurilor nesterile este necesară adăugarea (cîteva picături pînă la 1/10 din volum) unei soluții de fenol 10% pentru a preveni dezvoltarea microorganismelor. Adăugarea unor cantități mari de fenol

poate fi efectuată numai la serurile folosite exclusiv în testuri de precipitare. Serul se închide apoi în fiole de 5—10 cm³, care se păstrează în frigidere obișnuite sau în congelatoare speciale. Cel mai bun procedeu de conservare a antiserurilor este în stare liofilizată, prin care calitățile serurilor se mențin neschimbate timp îndelungat.

Reacții serologice

Combinarea specifică între antigen și anticorpi poate fi pusă în evidență prin reacții de aglutinare, precipitare, fixare a complementului, neutralizare a infecțiozității și prin testuri anafilactice.

Reacția de aglutinare. În cazul aglutinării, reacția are loc între anticorpi și un antigen celular sau între anticorpi și antigeni adsorbiți pe elemente celulare.

Aglutinarea pe lamă. Metoda constă în amestecarea, pe o lamă de microscop, a 1—2 picături de antiser cu o picătură de suc extras din planta de testat. Van Slogteren, folosind această metodă pentru virusurile X, S și Y, amestecă 4—5 picături de ser cu 1—2 picături de suc. În condiții favorabile, reacția apare după 20—40 s, floculațiile fiind suficient de mari pentru a putea fi observate cu ochiul liber sau cu ajutorul lupei. Pentru a distinge reacțiile mai slabe care apar cînd concentrația virusului în suc este scăzută, lamele pot fi examinate la microscopul cu cîmp luminos la o putere de mărire de 60—80 ×. În locul lamei de sticlă pot fi folosite plăci de porțelan cu 10—20 de alveole în care se amestecă cîte 1 picătură de suc cu 2 picături de antiser.

Microaglutinarea sub ulei de parafină. Fundul plat și neted al unor vase Petri de 10 cm ⌀ se acoperă cu un film subțire de Formvar. Cu ajutorul unei pipete cu virful foarte fin pe fundul caroiat al petriurilor se pun rînduri alternative de picături mici de antiser și ser normal. Pentru adăugarea sucului și amestecarea picăturilor se folosesc bețișoare de sticlă groase de circa 1,5 mm, ale căror capete au fost ținute la flacără pentru a forma o mică bulă închisă. Un capăt al bastonașului se introduce în picătura de suc extrasă din planta de testat, apoi în picătura de ser normal, respectiv al doilea în picătura extrasă din plantă, apoi în cea de antiser. După ștergerea bețișoarelor cu vată umedă, ele pot fi refolosite. Cantitatea de suc va fi mică, deoarece în cazul aglutinării (spre deosebire de precipitare) cele mai bune rezultate se obțin cînd picătura de suc crud reprezintă 1/5 din mărimea picăturilor de ser. La marginea petriului se adaugă apoi ulei de parafină, care, răspîndindu-se încet și în diagonală pe rîndurile de picături, acoperă toată suprafața vasului. Reacția (aglutinarea) apare în cîteva minute la temperatura camerei, putînd fi citită la microscop cu iluminare normală sau cu cîmp întunecat. Pentru control, în fiecare vas se lasă fără antigen o picătură de antiser și una de ser normal, iar în cadrul seriei testate se introduce o plantă sănătoasă și una infectată. Metoda previne apariția floculației spontane la marginea picăturilor datorită lipsei evaporării (Van Slogteren, 1954).

Reacția de precipitare. Reacția de precipitare are loc între anticorpi și antigeni subcelulari. În acest caz, sucul extras din plantele de testat este clarificat prin centrifugare, fiind astfel eliberat de particulele mari (resturi de celule, cloroplaste), după care se amestecă cu antiserul, reacția apărînd după incubarea amestecului la anumite temperaturi. Reacțiile de precipitare sînt mai sensibile decît cele de aglutinare.

Precipitarea pe lamă. Stapp și Berck utilizează metoda de precipitare pe lamă cu seruri absorbite pe hîrtie. Pe o lamă de microscop se pun un pătrățel de hîrtie cu ser normal și unul cu antiser (X, S, M, Y), peste fiecare adăugîndu-se apoi cîte o picătură de ser fiziologic, iar după 5 min cîte o picătură de suc centrifugat. Lama se menține apoi 20 min la 23°C, după care se examinează la microscop cu cîmp întunecat.

La testarea plantelor de cartof pentru virusul Y, Bartles amestecă pe o lamă de microscop antiser diluat cu suc centrifugat (5 picături din fiecare reactant), incubarea avînd loc timp de 40 min la 25°C într-un termostat cu umiditate ridicată.

Micro-precipitarea. Această metodă se execută în același fel ca microaglutinarea, cu deosebirea că se folosește suc centrifugat, diluat cu 2—3 volume de ser fiziologic, iar picăturile de suc (antigen) sînt aproximativ egale cu cele de antiser. Antiserurile este necesar să fie perfect clare, recomandîndu-se centrifugarea lor înainte de folosire. După amestecarea picăturilor, vasele Petri se țin la temperatura camerei. La virusurile M și S reacția apare mai tîrziu decît la virusul X, iar la virusul Y sînt necesare uneori 2—3 ore pînă la observarea acesteia. Prima citire poate fi efectuată după 30 min, a doua la 60 min și uneori a treia după 2—3 ore. Reacția se observă la un microscop cu cîmp întunecat sau la un stereomicroscop cu iluminare de sus contra unui fond negru (Van Slogteren, 1954).

Precipitarea în tub. Într-o serie de eprubete de 7 mm în diametru se amestecă 0,5 cm³ de suc centrifugat în diluții duble progresive (1 : 2, 1 : 4, 1 : 8) cu 0,5 cm³ de antiser în diluție constantă (ex. 1 : 40). Eprubetele sînt introduse apoi în baia marină pentru serologie, menținute la 37°C, meniscul eprubetelor fiind puțin deasupra apei. Se notează apariția precipitatului la diferite intervale de timp. Rezultatele definitive se citesc într-o cameră întunecoasă, eprubetele fiind luminate din partea opusă observatorului. Precipitarea în tub este mai sensibilă decît precedentele.

Precipitarea cantitativă. Se execută asemănător cu precipitarea în tub, cantități crescinde de antigen fiind supuse reacției cu un volum constant de antiser. Complexul format după incubare se separă prin centrifugare, cantitatea acestuia determinîndu-se exact prin diferite metode. Supernatantului i se adaugă antiser sau antigen pentru determinarea zonelor excesului de antigen și antiser. Zona de echivalență în care nu există exces de reactanți este caracteristică, putînd fi folosită la compararea cantitativă a diferitelor sisteme de antigen/anticorpi (B a l l, 1964).

Timpul optim de precipitare (perioada minimă după care apare precipitatul în cadrul unei serii de diluții ale antigenului cu păstrarea unei diluții constante a antiserului) este de asemenea proporțional cu concentrația antigenului, putînd fi folosit în determinări cantitative (M a t t h e w s, 1957).

Precipitarea în inel. Circa 0,1—0,2 cm³ de antiser concentrat este plasat la fundul unui tub de 2—3 mm în diametru. Peste aceasta se adaugă același volum de suc centrifugat, în așa fel ca cele două faze să rămînă separate. În cazul reacției pozitive la limita dintre cei doi reactanți apare un precipitat în formă de inel. Reacția este grăbită prin introducerea tuburilor (totală) în baia serologică. Recent procedeul a fost îmbunătățit prin diluarea antiserului în glicerină 10%, umplerea tubului cu ulei mineral și citirea rezultatelor la o lampă de microscop (B a l l, 1964).

Fixarea complementului

Serul animalelor conține anumite componente care pot participa în mod nespecific la unirea dintre antigen și anticorpi, cunoscute sub numele de complement. Dacă are loc unirea între antigen și anticorpi, complementul este fixat, iar dacă nu, rămîne liber. Serul specific hematiilor de berbec, eliberat de complementul său, numit ser hemolitic, are proprietatea ca în prezența complementului standard (preparat din ser de cobai) să producă liza antigenului omolog. În prima fază a reacției se amestecă antigenul cu antiserul în anumite diluții, în prezența complementului standard. Amestecul se ține o oră la 37°C. În faza a doua se adaugă hematii de berbec, după care se trec din nou la 37°C. Dacă are loc liza hematiilor, reacția este negativă și invers. Reacția de fixare a complementului este laborioasă, însă extrem de sensibilă.

Difuziunea în gel

Testurile de difuziune în gel pot fi efectuate cu suc brut, suc supus operațiilor de clarifiere și cu preparate purificate. Pentru asigurarea sterilității se adaugă atît fazei solide, cît și celei lichide, soluție de mertiolat 1 : 1 000 (B a l l, 1964).

Difuziunea simplă în tub. În tuburi de 10 × 75 mm se introduc 1 cm³ de agar amestecat cu antiser (sau antigen), peste care, după solidificare, se adaugă 0,5 cm³ de antigen (antiser) în diluții corespunzătoare (fig. 95, A). În cazul reacției pozitive, în faza solidă apar zone de precipitare care migrează spre baza tubului cu o viteză care depinde de coeficientul de difuziune a componentului antigenic (A u g u s t i n și colab., 1958).

Difuziunea dublă în tub. Într-un tub de 10 × 75 mm se introduc 0,35 cm³ de ser, peste care se adaugă 0,15 cm³ de agar de 1%. După solidificare se adaugă 1 cm³ de agar 0,5%, peste care se introduce mai tîrziu antigenul (fig. 95, B). Ambii reactanți avînd posibilitatea de a migra în coloana albă de agar, precipitarea va apărea la locul unde cei doi componenți se vor găsi în proporție optimă, numărul, densitatea și poziția zonelor fiind caracteristice sistemului de antigen/anticorpi cercetați.

Fig. 95. — Repartizarea antigenului și antiserului la difuziunea în tub.
A, simplă; B, dublă (originală).

Fig. 96. — Aparițiа zonelor de precipitare la difuzarea dublă în plăci de agar. Fundul central, antiser; rondurile laterale, antigen și cîte o alveolă cu ser normal (după V u i t t e n e z).

Difuziunea dublă în plăci de agar. Fundul plat al unui vas Petri se acoperă cu 5 cm³ de agar. Peste acesta se așază după solidificare o matriță corespunzătoare. Se mai introduc apoi 10—15 cm³ de agar, matrița scoțîndu-se după solidificarea acestuia. În alveolele create de matriță se repartizează diluțiile de antiser și antigen după o aranjare corespunzătoare experienței. Ambii reactanți vor difuza în mediul de agar, formînd zone de precipitare la locul lor de întîlnire în concentrații optime (fig. 96).

Imunoelectroforeza. Se bazează pe migrarea electroforetică în direcție opusă, a antigenului și anticorpilor, într-un mediu de amidon, acetat de celuloză sau agar. La locul de întîlnire, în proporții optime a reactanților, apar zone de precipitare. Legile care se aplică la difuziunea în tub sau plăci de agar sînt valabile și în cazul imunoelectroforezei. Tehnica s-a dovedit deosebit de valoroasă pentru separarea tuturor zonelor de precipitare care apar într-un sistem de antigen/antiser (B a l l, 1964).

Imunofluorescența

Imunofluorescența se bazează pe unirea gama globulinelor cu un colorant fluorescent (izotiocianat de fluoresceină) și punerea în evidență a reacției dintre antigen și anticorpi în lumină ultravioletă, folosind capacitatea de fluorescență a colorantului (B a l l, 1964). Metoda poate fi aplicată în două feluri. În *procedeul direct*, țesuturile conținînd antigenul se acoperă cu antiser combinat cu substanță fluorescentă. Anticorpii se unesc cu antigenul, suprafețele infectate putînd fi identificate, fiind fluorescente în lumină ultravioletă. *Procedeul indirect* folosește un antiser specific serului de iepure, preparat prin injectarea altor animale cu antiser de iepure complet sau numai cu gama globuline, combinat cu colorantul fluorescent. Secțiunile de țesuturi infectate sînt tratate la început cu antiser specific virusului, preparat pe iepure, iar după spălare cu antiser cu fluorocrom specific serului de iepure. În prima fază are loc unirea între virus și anticorpii omologi, iar în a doua între aceștia și antiserul specific serului de iepure. Observațiile se efectuează în lumină ultravioletă.

Neutralizarea infecțiozității

Infecțiozitatea sucului extras din plantele infectate este redusă prin amestecarea acestuia cu ser normal sau cu antiser. În anumite condiții, reducerea capacității de infecție este mai mare în cazul antiserului omolog decît în cazul celui normal. Neutralizarea specifică este mai evidentă în cazul antiserurilor bătrîne păstrate în stare neînghețată, iar cea nespecifică descrește cu diluarea serului. Reacția nu are ca urmare inactivarea virusului, prin desfacerea complexului punîndu-se în libertate particule active. În studiul virusului mozaicului tutunului s-a amestecat o cantitate de virus de 5×10^{-4} mg/cm³ cu o serie de diluții de antiser (mai mari de 10^{-2}). Capacitatea de infecție a amestecurilor a fost cercetată prin inocularea plantelor-test după o incubație de o oră. Metoda prezintă avantaje pentru virusurile puțin stabile cu gazde hipersensibile, deoarece nu necesită prelucrarea prealabilă a sucului (M a t t h e w s, 1957).

Anafilaxia

În acest test, unirea dintre antigen și anticorp este pusă în evidență prin reacții care se petrec direct în țesuturi. Animalele care au fost injectate cu un antigen pot reacționa la o a doua doză a aceluiași antigen prin simptome cunoscute sub numele de șoc anafilactic. Cobaii sînt deosebit de sensibili la acest șoc. Reacția este foarte specifică, putînd fi aplicată atît *in vivo*, cît și *in vitro* (M a t t h e w s, 1957).

TEHNICA DE LUCRU IN STUDIUL BACTERIOZELOR

Medii de cultură

Microorganismele se cultivă *in vitro* sau în soluții nutritive (medii de cultură) care conțin substanțele necesare acestora sau corespund scopului urmărit. Fiecare grupă mai mare sau mai mică de microorganisme diferă în ceea ce privește nutriția și, prin urmare, necesită un alt mediu de cultură. Dintre mediile naturale menționăm cartoful, morcovul, diferite grăunțe și laptele. Mediile artificiale sînt organice sau sintetice, în funcție de sursa de azot. Dintre mediile organice fac parte: decocturile vegetale, extractele de carne, de drojdii, de porumb etc. Mediile sintetice pot fi nitrice sau amoniacale. Mediile artificiale, în funcție de scopul urmărit, pot fi lichide sau solide. Pentru a obține medii solide, la soluția nutritivă se adaugă agar-agar (geloză) și mai rar gelatină. În unele cazuri se impregnează plăci de silicogel cu o soluție nutritivă.

Un mediu nutritiv trebuie să îndeplinească mai multe condiții: să fie steril, să conțină surse de C și N favorabile pentru nutriția microorganismului respectiv, să conțină celelalte elemente chimice de care are nevoie microorganismul în forma lor accesibilă (unele microorganisme necesită factori speciali de creștere), concentrația tuturor acestor substanțe să fie optimă (ținînd cont și de presiunea osmotică care se creează), să aibă pH-ul și rH_2-ul favorabil, să nu conțină substanțe toxice (unele dintre acestea pot apărea în timpul preparării mediului), să fie limpede.

În general, procesul de preparare al unui mediu de cultură se desfășoară în felul următor: într-un anumit volum de apă distilată sau de conductă se introduc pe rînd, de preferat în ordinea din rețetă, substanțele respective, cu excepția agarului și a carbonatului de calciu (dacă rețeta prevede). După dizolvarea completă a substanțelor se corectează pH-ul de obicei cu soluții de NaOH, Na_2CO_3 sau de HCl N/10—N/1.

Mediul se încălzește pînă la fierbere sau se fierbe în autoclavă (circa 0,5 atm timp de 15 min) în vederea precipitării unor compuși, după care se filtrează prin hîrtie de filtru. Apoi se introduce agarul (dacă se cere) și se fierbe din nou pînă la topirea completă a acestuia. Dacă agarul nu este pur, se va introduce în mediu înainte de corectarea pH-ului. Carbonatul de calciu se introduce după filtrare. Mediul încă fierbinte (în cazul cînd este cu agar) se repartizează în recipiente (eprubete, sticle, plăci Roux ș.a.) prevăzute cu dopuri din vată sau din șervețele de hîrtie. Recipientele mai mari se vor lega la gură cu cîte un capișon din hîrtie pergamentoasă. Sterilizarea în autoclavă se face la temperatura prevăzută pentru fiecare mediu, variind după compoziția acestuia. În general sterilizarea se face la o presiune de 0,7—1,0 atm timp de 15—30 min.

Mediile mai uzuale în studiul bacteriilor fitopatogene

Bulion de carne: 500 g de carne fără tendoane și oase se toacă, se introduce într-o oală emailată, se adaugă 1 litru apă de conductă și se lasă 12 ore la rece sau 4—6 ore în cameră pe timp de vară, după care se fierbe 30 min. După fierbere se filtrează prin tifon, apoi prin hîrtie de filtru și se completează cu apă pînă la 1 litru. În maceratul obținut se adaugă 10 g de peptonă și 5 g NaCl. Se corectează pH-ul la 7,4—7,6 cu NaOH; se precipită la autoclavă timp de 30 min la 1 atm. Urmează filtrarea, repartizarea și sterilizarea, timp de 30 minute la 1 atm. Dacă bulionul este tulbure, se clarifică cu albuș de ou. Pentru a obține mediu agarizat, se adaugă 15 g (iarna) sau 18 g (vara) de agar înainte de corectarea pH-ului sau după filtrare, în funcție de calitatea agarului.

Mediul cu extract de porumb înlocuiește bine mediul bulion de carne (Lazăr, 1959). La 1 litru de apă se adaugă: 5 g de peptonă, 10 g de extract porumb, 0,5 g $CaCl_2$, 5 g NaCl, pH-ul se corectează la 7,4—7,5, după care urmează precipitarea și filtrarea; se adaugă 15—18 g de agar; sterilizarea se face la 1,2 atm timp de 30 min.

Mediile cu extracte uscate sau concentrate de carne (semipreparate) se prepară după indicațiile fabricii respective.

Mediul glucoză-drojdie-cretă-agar (după dr. Mary Noble) pentru speciile genului *Xanthomonas*: 10 g de extract de drojdie, 20 g de glucoză, 20 g $CaCO_3$, la 1 litru de apă. Sterilizare: 1 atm timp de 20 min.

Mediile cu extract de carne și extract de porumb permit dezvoltarea a numeroase grupe de bacterii, ceea ce îngreulează purificarea culturii cercetate. Prezența în acest mediu a anumitor substanțe inhibă dezvoltarea unor grupe de bacterii. Verdele malahit și cristalul violet inhibă în mare parte dezvoltarea bacteriilor Gram-pozitive. Bicromatul de potasiu inhibă dezvoltarea *bacteriilor* Gram-negative. Verdele malahit se folosește în felul următor: 1 g de colorant se macerează timp de 24 de ore în 100 ml de alcool etilic, după care se utilizează. Din soluția astfel preparată se adaugă la mediu pentru realizarea unei concentrații finale de 1 : 1 000 — 1 : 50 000. Cristalul violet, se folosește 2 ml dintr-o soluție 1‰ colorant (soluție filtrată prin filtru bacteriologic) la un litru mediu. Bicromatul de potasiu se folosește 10 ml dintr-o soluție 1% (filtrată prin filtru bacteriologic) la 1 litru mediu. Toate aceste substanțe se introduc în mediu steril, topit și răcit la 50°C înainte de a fi folosit.

Mediul Lieske pentru izolarea lui *Agrobacterium tumefaciens*: 1 litru de apă, 20 g de glicerină, 5 g KNO_3, 1 g KH_2PO_4, 1 g $MgSO_4$.

Mediul Noble și Graham pentru *Erwinia atroseptica* (Stapp, 1958): 1 litru de apă, 10 g de salicin, 5 g de taurocolat de Na, 1 g $NH_4K_2PO_4$, 0,2 g $MgSO_4$, 0,2 g KCl, 0,05 g de albastru de bromtimol (se dizolvă separat în apă), 20 g de agar, pH — 7,0. Ingredientele pînă la agar se dizolvă în jumătate de cantitate de apă caldă, apoi se adaugă 500 ml de soluție de agar 4% și se neutralizează.

Mediul Waksman pentru *Streptomyces scabies* (Taylor, 1936): 1 litru de apă distilată, 10 g de glucoză, 0,5 g K_2HPO_4, 0,2 g $MgSO_4$, urme de $Fe_2(SO_4)_3$, 0,15 g de albumen ovi sic, 15 g de agar. Albumen ovi sic se suspendă în 5 ml de apă, se adaugă o picătură fenolftaleină și NaOH N/10 pînă la dizolvare, clarificarea soluției și obținerea unei colorații roze, după care se adaugă la mediu.

Mediul sintetic Cohn: 1 litru de apă distilată, 10 g de tartrat de NH_4, 5 g KH_2PO_4, 5 g $MgSO_4$, 0,5 g $Ca_3(PO_4)_2$.

Mediul sintetic Uschinsky: 1 litru de apă distilată, 30—40 g de glicerină, 5—7 g NaCl, 2—2,5 g K_2HPO_4, 6—7 g de lactat de NH_4, 3,4 g de asparaginat de Na, 0,1 g $CaCl_2$, 0,2—0,4 g $MgSO_4$.

Mediul sintetic Fermi: 1 litru de apă distilată, 5 g de tartrat de NH_4, 5 g K_2HPO_4 sau KH_2PO_4 5 g $MgSO_4$, 0,5 g $Ca_3(PO_4)_2$, 50 g de glicerină.

Mediul pentru bacteriile pectinolitice (după Echandi ș.a.): 1 litru de apă distilată, 0,5 g SO_4Mg, 0,5 g KH_2PO_4, 2 g K_2HPO_4, 2,5 g de asparagină, 1 g de pectină, 10 g de zaharoză. Poate fi agarizat.

Mediul Gause pentru actinomicete: 1 litru de apă, 1 g KNO_3, 0,5 g K_2HPO_4, 0,5 $MgSO_4$, 0,5 g NaCl, 10 mg $FeSO_4$, 20 g de amidon, 20 g de agar. Sterilizarea se face la 1 atm timp de 20 min sau la 0,5 atm timp de 15 min de 2 ori.

Mediul Hugh și Lifson pentru determinarea capacității bacteriilor fitopatogene de a oxida glucoza: 1 litru de apă distilată, 2 g de peptonă, 5 g NaCl, 0,3 K_2PO_4, 0,3 g de albastru de bromtimol (solubilizat în apă), 10 g de glucoză, 3 g de agar, pH — 7,1. Se repartizează în eprubete de mărime mijlocie și se sterilizează 1 min la 1 atm. Fiecare izolat se însămînțează în cîte două eprubete, după care într-una din ele se adaugă un strat de ulei de parafină.

Mediul pentru bacteriofagi (după Rautenștein): 1 litru de apă, 10 g de glucoză, 5 g NaCl, 0,5 g $CaCl_2$, 10 g de extract de porumb, 20 g de agar, pH = 7—7,2. Se sterilizează la 0,75 atm timp de 30 min.

Mediul pentru actinofagi (după Rautenștein): 1 litru de apă, 10 g de glucoză, 5 g NaCl, 5 g $CaCO_3$, 5 g de peptonă, 5 g de extract de porumb, 20 g de agar, pH = 7,2.

Identificarea inițială la microscop a prezenței bacteriilor în leziunile plantelor bolnave

Înainte de trecere la un studiu mai amănunțit a etiologiei unei boli presupuse a fi bacterioză, cercetătorul trebuie să se convingă de prezența agentului patogen bacterian în leziunile organului studiat. Pentru aceasta, suprafața leziunii este spălată cu apă simplă, apoi cu apă sterilă, mai sumar cînd organul cercetat este o frunză și mai insistent cînd este o porțiune din tulpină, rădăcină, tubercul. Se decupează apoi cu un bisturiu sau cu un cuțit steril o porțiune din țesutul bolnav care se găsește într-o fază mai puțin avansată (de obicei la marginea leziunii) și se sfărîmă pe o lamă într-o picătură de apă. Dacă leziunea prezintă exsudat, se va face preparat din acesta. Cercetarea preparatului se poate face în formă umedă sau uscată. Pentru cercetare în formă umedă, peste picătura de apă se montează o lamelă și se studiază la microscop cu un obiectiv uscat. În acest caz se va urmări mișcarea bacteriilor. Cercetarea în formă uscată se face cu un preparat colorat.

Izolarea bacteriilor și purificarea culturilor

Izolarea bacteriilor fitopatogene se poate face din orice fel de organ contaminat (frunze, tulpini ierboase sau lemnoase, fructe, rădăcini etc.). Este recomandabil ca izolarea bacteriilor să se facă în primele stadii de infectare a țesuturilor, deoarece în stadii mai tîrzii țesuturile lezate sînt invadate de alte microorganisme, iar numărul de bacterii fitopatogene se poate micșora considerabil. Dezinfectarea suprafeței organelor respective trebuie făcute cu foarte mare atenție, pentru a nu distruge însuși agentul patogen. Țesuturile ierboase (frunze, lujeri etc.) nu se dezinfectează, fiind suficientă spălarea suprafeței cu apă de conductă și apoi cu apă sterilă. Organele uscate sau lemnoase de dimensiuni mai mari (boabe de fasole, tumori lemnoase etc.) se introduc în alcool etilic și imediat se flambează timp de cîteva secunde. Boabele de fasole se pot introduce în acid azotic concentrat, după care se spală de cîteva ori în apă sterilă. Pentru izolarea lui *Streptomyces scabies*, tuberculii de cartof se agită timp de 2 min într-o soluție de hipoclorit de calciu. Soluția dezinfectantă se prepară dizolvînd 10 g de hipoclorit de calciu în 140 ml de apă. După cîteva minute sarea nedizolvată se îndepărtează prin filtrare. Înainte de folosire se adaugă 1 parte NaOH 25% la 3 părți filtrat de hipoclorit de calciu. După dezinfectare tuberculii nu se spală.

Din leziunea astfel spălată sau dezinfectată, se decupează cu un instrument ascuțit și steril o porțiune din țesutul bolnav, care se fărîmițează într-un mojar steril cu puțină apă sterilă. Sfărîmarea țesutului se poate face și într-o picătură de apă sterilă pe o lamă de microscop. Din suspensia obținută se însămînțează cu o ansă, suprafața unei plăci cu mediu nutritiv agarizat. Însămînțarea trebuie făcută astfel ca să se obțină o epuizare cît mai rapidă a inoculului. Pentru aceasta, cu ansa încărcată cu inoculul se fac mai întîi pe suprafața mediului agarizat 3 striuri paralele, după care se flambează firul ansei și se fac alte 3 striuri paralele între ele, însă intersectate față de primele striuri (vezi fig. 97) ș.a.m.d. După o incubare de 1-2 zile la temperatura de 25—28°C, în dreptul unde s-au tras striurile apar colonii de bacterii, confluente în primul grup de striuri și din ce în ce mai rare în următoarele striuri. După un examen macroscopic competent se alege o colonie care va fi folosită în continuare la purificarea izolatului. Purificarea se face îndată ce apar primele colonii, deoarece, pe măsură ce placa se învechește, cultura se impurifică, iar purificarea devine mai greoaie. Purificarea se face prin epuizare de ansă în 3 eprubete cu mediu de cultură înclinat. Din colonia aleasă pe placa de izolare se ia cu bucla ansei cît mai puțin și se suspendă în lichidul de condens din prima eprubetă, după care firul de ansă se flambează, iar din suspensia obținută în lichidul de condens se însămînțează cu ansa suprafața mediului din aceeași eprubetă, după care firul de ansă se flambează. Tot așa se procedează și cu a doua eprubetă, ca inocul folosindu-se de data aceasta suspensia din lichidul de condens din prima eprubetă. Apoi se trece la eprubeta a treia. După 1—2 zile toate eprubetele se examinează și se alege aceea unde coloniile sînt mici și izolate. Dintr-una din aceste colonii cultura se repică pentru îmbogățire într-o eprubetă cu mediu înclinat, iar de aici într-o eprubetă cu mediu agarizat drept. Peste cultura bacteriană dezvoltată pe suprafața mediului agarizat drept se toarnă un strat de 0,5—1,0 cm de ulei de parafină steril și se pune la păstrat de preferință într-un loc răcoros și uscat. Unele bacterii se purifică mai dificil, iar coloniile aparent pure, în realitate pot fi amestecate cu alte microorganisme. Pentru aceasta este necesar ca în diferitele etape de purificare cultura să se examineze la microscop, iar în cazul

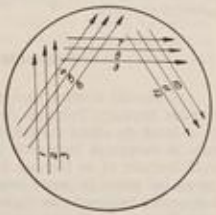


Fig. 97. — Poziția striurilor în cazul izolării bacteriilor pe plăci.

cînd există vreo bănuială se repetă purificarea, pornind de la col»niile obținute din ultima purificare.

Din țesuturile care sînt într-un stadiu avansat de degradare, purificarea agentului patogen este destul de anevoioasă, datorită numerosilor infectanți care populează acel țesut, reprezentanți ai florei saprofite cu o vitalitate mai mare de multe ori de cît a bacteriei fitopatogene respectivă. Astfel este cazul putregaiului umed al tuberculilor de cartof. În acest caz se procedează în felul următor: un tubercul sănătos se spală, se dezinfectează cu alcool și se flambează cîteva secunde, se secționează cu un cuțit steril, iar pe secțiunea proaspătă se așază o porțiune mică de țesut infectat din care vrem să izolăm agentul patogen. Totul se introduce într-o cutie de sticlă căptușită cu hîrtie de filtru umedă și se păstrează la 26—28°C. După 2—3 zile țesutul sănătos al tuberculului prezintă o leziune datorită contaminării cu bacteriile fitopatogene din țesutul bolnav. Din leziunea proaspătă se poate izola cu destulă ușurință agentul patogen.

Preparate pentru studiul microscopic

Obișnuit studiul bacteriilor la microscop se face pe preparate uscate, numite frotiuri. Tehnica de pregătire a unui preparat este următoarea: pe o lamă de sticlă curată și bine degresată se pune o picătură de apă în care se suspendă bacteriile pe care vrem să le examinăm. Suspensia obținută trebuie să se întindă bine pe suprafața lamei. Aceasta, cu suspensia pe ea, se pune la uscat într-un loc oarecare ferit de praf. După ce lama s-a uscat, bacteriile se fixează prin trecerea ușoară de trei ori a lamei prin flacără. Încălzirea trebuie astfel făcută ca lama să poată fi suportată pe mînă. În această stare preparatul poate fi colorat după metoda dorită.

De obicei se folosește colorația Pfeiffer cu fuxină bazică.

Prepararea soluției de fuxină bazică după Ziehl: 1 g de fuxină bazică, 10 ml de alcool etilic, 5 g de acid fenic. Fuxina se triturează într-un mojar cu alcool și acid fenic și apoi se adaugă în porțiuni mici 100 ml apă distilată. Astfel preparat, colorantul se păstrează foarte bine. Pentru colorarea bacteriilor, 1 ml de fuxină Ziehl se diluează în 9 ml de apă. Soluția diluată (fuxină Pfeiffer) nu se poate folosi decît în decursul a cîtorva ore de la preparare. Colorarea durează 30—60 s, după care frotiul se spală bine cu apă.

Coloroția Gram. Soluțiile necesare: I. 2 g de cristal violet, 10 ml de alcool etilic, 100 ml de soluție fenicată 1%. Se triturează colorantul în mojar, adăugînd alcool, apoi se adaugă soluția apoasă fenicată. Cristalul violet poate fi înlocuit în cantități egale cu violet de gențiană. II. Soluția Lugol: 1 g de iod metalic, 2 g de iodură de potasiu, 300 ml de apă distilată. Soluția Lugol va fi ferită de lumină și de căldură, deoarece sub acțiunea acestor factori se formează acid iodic, care denaturează soluția.

Dacă soluția are reacție acidă, trebuie neutralizată cu bicarbonat de sodiu. III. Alcool 96° pentru diferențiere. Folosit de mai multe ori, alcoolul pierde din concentrația sa, iar un alcool de 80° nu mai este corespunzător. IV. Fuxină Pfeiffer.

Tehnica coloației: Preparatul se colorează 1-2 min cu soluția (I). Se varsă colorantul de pe lamă și fără a o spăla cu apă se acoperă 1—2 min cu soluția Lugol (II), pînă la înnegrirea preparatului. Se varsă soluția Lugol și, fără a spăla lama, preparatul se decolorează timp de cel mult 30 s cu alcool. Decolorarea se întrerupe prin spălarea frotiului cu apă. Preparatul se recolorează cu fuxină Pfeiffer timp de 30—60 s sau cu un alt colorant de contrast 2—3 min, după care se spală bine cu apă, se usucă și se examinează la microscop. Bacteriile Gram-negative vor apărea colorate cu colorantul de contrast,iar cele Gram-pozitive cu cristal violet sau substituentul lui. Pentru un cercetător începător cu ochiul încă neformat, atunci cînd se examinează bacterii ale căror celule au formă de bastonașe, în frotiu se pot adăuga celule de stafilococ. Celulele de stafilococ se pot distinge cu destulă ușurință, datorită formei lor specifice, și vor servi drept etalon pentru coloația Gram-pozitivă.

Infecții artificiale

Variabilitatea mare a bacteriilor în cadrul speciei nu permite identificarea lor exclusiv după caracterele morfofiziologice. Reproducerea artificială a bolii în acest caz este obligatorie. Infecțiile artificiale sînt necesare de asemenea și atunci cînd se cercetează rezistența plantei sau comportarea soiurilor față de o bacterie fitopatogenă. Reușita infecției artificiale este determinată de patogenitatea bacteriei folosite la inoculare, de susceptibilitatea plantei inoculate și de condițiile de mediu în care se găsește planta îndeosebi după inoculare.

În cele ce urmează vom prezenta cîteva tehnici de inoculare mai folosite. Datele privind condițiile solicitate de fiecare boală sînt prezentate în volumele următoare ale lucrării, în cadrul descrierii fiecărei bacterioze.

Toate bacteriile fitopatogene pot contamina plantele prin răni, unele dintre ele însă și prin deschideri naturale îndeosebi prin osteole. Pentru acestea din urmă se poate folosi pulverizarea plantelor cu suspensie de bacterii. Este de preferat ca pulverizarea să fie cît mai fină, iar presiunea cît mai mare pentru ca lichidul să poată pătrunde în camerele substomatice. Pentru o reușită mai sigură a infecției, plantele vor fi ținute cu 24 de ore înainte de infecție și 48 de ore după, sub clopote de sticlă.

Stapp recomandă metoda scufundării plăntuțelor în inocul. Pentru aceasta se lasă semințele să încolțească în rumeguș umed pînă ce frunzele primare ajung mărimea cotiledoanelor, iar tulpinile la o lungime de 3—4 cm. După îndepărtarea cotiledoanelor prin aplecarea lor lateral astfel ca frunzulițele primare să fie descoperite, plantele se scufundă cu partea superioară în jos într-o capsulă cu o suspensie de bacterii, astfel încît cotiledoanele să fie complet scufundate. Suspensia bacteriană se prepară dintr-o cultură bacteriană de două zile. Stapp recomandă concentrația de celule obținută din spălare cu 100 ml de apă de conductă a culturii din 6 eprubete cu mediu înclinat. Capsula cu plante se va păstra în tot acest timp într-o cameră umedă pentru a se evita uscarea rădăcinilor. Imersia durează două ore, după care plăntuțele se plantează în ghivece pînă la înălțimea cotiledoanelor.

Waitz, Gassner și Schwartz (1956) au recomandat o metodă mai energică prin vacuum infiltrație. Plăntuțele crescute în nisip, cu primele frunze bine desfăcute, se introduc cu vîrful în jos într-o capsulă cu inocul mai puțin concentrat (autorii recomandă pentru arsura aureolată a fasolei încărcătura unei bucle de ansă la 50 ml de apă de conductă). Capsula cu plante se introduce într-un vas din care se scoate aerul (la o presiune de 5—6 mm Hg). În timpul scoaterii aerului este evacuat și aerul din camerele substomatice, iar în momentul introducerii aerului, frunzele găsindu-se în lichid, camerele substomatice se umplu cu inocul. După inoculare, plantele se plantează și se țin în condiții corespunzătoare.

Cea mai mare parte dintre metodele de infecție se bazează pe rănirea plantei și apoi introducerea inoculului prin diferite metode. În funcție de scopul urmărit sau de boala cercetată, rănirea poate fi mai fină sau mai brutală.

O rănire fină se poate obține cu carborund cu granulație fină, care se presară pe suprafața frunzelor. Frunza se susține apoi dedesupt cu o bucată de hîrtie de filtru, iar cu ajutorul unei spatule de sticlă înmuiate în inocul, se freacă în zona din centrul limbului. Frecarea se face ușor numai din greutatea proprie a spatulei, fără a se apăsa.

Andrus (1948) propune un inoculator „arici" alcătuit din circa 50 de ace entomologice implintate într-un bloc de celuloid sau acetofan etc. Frunza se susține pe partea inferioară cu un burete îmbibat în inocul. Cu inoculator se înțeapă frunza dinspre partea superioară pînă ce acele se înfig în burete și se încarcă cu inocul. Mișcarea următoare de scoaterea acelor trenează inoculul în rănile din limbul foliar.

În mod curent este folosită metoda de inoculare cu un ac subțire care se încarcă cu un inocul direct din colonia bacteriană apoi se înfige în țesutul testat. După inoculare, pe porțiunea înțepată se așază un tampon de vată umedă. Acest sistem de inoculare poate fi folosit la infectarea frunzelor, lăstarilor tineri, tulpinilor ierboase, fructelor verzi sau suculente (păstăi, castravete) etc. Hedges a folosit la inocularea bacteriei care produce veștejirea bacteriană a fasolei un ac înfipt într-o pensulă.

Klement și Hevesi folosesc cu foarte bune rezultate injectarea inoculului, în concentrație de 10^7 celule la 1 ml, în parenchimul foliar. Inoculul se împrăștie în spațiile intercelulare ale parenchimului, formînd pînă la limita nervurilor secundare zone hidrozate, care după circa o jumătate de oră dispar. Metoda s-a dovedit foarte bună pentru stabilirea izolatelor patogene pentru plante și care fac parte din genul *Pseudomonas*, cu excepția acelora care produc putregaiuri. În frunzele de tutun injectate cu izolate de *Pseudomonas* se va obține după 8 ore o reacție de hipersensibilitate în cazul cînd izolatul este fitopatogen, dar neomolog pentru tutun, sau după una sau mai multe zile o reacție de sensibilitate dacă izolatul este omolog pentru tutun (*Pseudomonas tabaci* tulpină virulentă).

Pentru inocularea bacteriilor care produc înnegrirea bazei tulpinii de cartof, se face o incizie în tulpină cu un bisturiu steril, peste care se aplică un tampon îmbibat cu inocul.

Pentru bacteriile care produc infecții sistemice și ofiliri, plăntuțele la care s-au secționat vîrfurile rădăcinilor se introduc pentru cîteva ore într-un vas cu inocul, după care se plantează în ghiveci.

Patogenitatea izolatelor de *Agrobacterium tumefaciens* se poate testa, așezînd tampoane de vată cu inocul peste cicatricile obținute prin decapitarea unor plăntuțe de tomate sau alte specii de plante sensibile.

Nultsch a propus o metodă de infectare a semințelor de fasole, care a dat rezultate bune și în cazul altor semințe (castraveți). Pentru aceasta, sămînța cu un procent ridicat de germinație este bine spălată, alegîndu-se numai boabele frumoase. Se repartizează cîte 150 g în flacoane de 250 ml, peste care se toarnă suspensie bacteriană pînă acoperă toată sămînța. Suspensia de bacterii se obține prin spălare cu cîte 15 ml de apă distilată a culturii bacteriene de două zile de pe geloză înclinată. Flacoanele se introduc într-un vas din care se evacuează aerul, iar după un timp se introduce brusc aerul, realizîndu-se astfel infiltrația. Spre deosebire de infiltrația în parenchimul foliar, la sămînță, infiltrația se repetă de cîteva ori la intervale scurte. De obicei după 10—15 min o parte din sămînță este suficient de bine inoculată, ceea ce se poate observa din ridicarea parțială a învelișului bobului datorită umplerii spațiului de sub tegument cu suspensie de bacterii. Porțiunile infiltrate au de obicei un aspect sticlos și sînt zbîrcite. Semințele cu învelișul crăpat în urma infiltrației la vid vor fi îndepărtate. După terminarea inoculării, semințele vor fi uscate pe o hîrtie de filtru și însămînțate.

Izolarea bacteriofagilor

Bacteriofagii bacteriilor fitopatogene se pot izola din aceleași substraturi ca și bacteriile lor omologe : leziuni ale organelor vegetale, sol, apă de irigație etc. În principiu, izolarea bacteriofagilor se bazează pe

două momente : crearea de condiții pentru înmulțirea bacteriofagilor și separarea lor de toate celelalte microorganisme.

Metoda cea mai simplă este introducerea substratului respectiv într-un mediu lichid de cultură, unde alături de înmulțirea bacteriilor se vor înmulți și fagii lor de referință. Întrucît însă substratul conține o microfloră variată care se va înmulți concomitent cu bacteriile fitopatogene, stînjenindu-le în dezvoltarea lor sau poate chiar inhibîndu-le, cantitatea de bacteriofagi în acest caz fiind redusă, iar punerea lor în evidență mai dificilă, de obicei substratul se introduce într-o cultură îmbogățită în bacterii de referință. În acest caz tehnica de lucru este următoarea : o cantitate de aproximativ 20 ml de mediu lichid favorabil dezvoltării bacteriofagilor se însămînțează cu o cultură de 24 de ore de bacterii fagosensibile și nelizogene. După o incubare de 2—4 ore la termostat, se introduce în această cultură tînără substratul din care vrem să izolăm bacteriofagul. Substratul trebuie să fie cît mai posibil fărîmițat și să nu depășească 1—2 g. În continuare vasul se pune în termostat sau și mai bine pe un agitator, dar la temperatura optimă bacteriei de referință. După 1—2 zile, cultura lichidă se filtrează printr-un filtru bacteriologic. Dacă cultura conține prea multe particule coloidale, de exemplu dacă substratul a fost un sol, filtrarea prin filtru bacteriologic va fi mult îngreuiată. De aceea în prealabil se va filtra prin hîrtie de filtru obișnuită. În prezent, în majoritatea laboratoarelor se folosesc filtre bacteriologice de tip Seitz, folosindu-se carton sterilizant (SKS-II). Filtrul se montează prin intermediul unui dop de cauciuc în gura unui vas de absorbție de tip Kitasato. Vasul și filtrul, înainte de a fi folosite, se sterilizează în autoclavă. Deoarece porozitatea cartonului sterilizant este foarte mică, iar trecerea lichidului prin simpla forță gravitațională nu este posibilă, filtrarea se face în vid, racordîndu-se vasul de absorbție la o trompă de apă. Pentru reducerea adsorbției fagilor de cartonul sterilizant, dacă mediul nu este bulion, prin filtru se va trece mai întîi o cantitate mică de bulion. Trebuie acordată atenție deosebită pentru ca sistemul de filtrare să nu permită pătrunderea aerului, ceea ce, pe lîngă faptul că îngreulează filtrarea, duce la infectarea fagolizatului.

Prezența fagului în lichidul filtrat poate fi pusă în evidență prin mai multe metode, dintre care considerăm că lizarea culturii bacteriene pe mediu agarizat este cea mai concludentă. Atragem atenția de la început că în toate lucrările cu bacteriofagi trebuie acordată o atenție deosebită calității materialelor folosite : vasele Petri să fie cu fundul plan și cît posibil de calitate mai bună ; mediul de cultură să fie foarte limpede, iar toată vesela folosită să fie cît mai curată. Într-un vas Petri se toarnă mediu nutritiv agarizat, topit și răcit la 50°C (folosirea mediului prea fierbinte nu este recomandabilă, pentru că produce condens pe capacul vasului Petri). Dintr-o cultură de 24 de ore a bacteriei de referință (în cazul bacteriilor cu creștere înceată, vîrsta culturii folosite va fi mai mare) se face o suspensie cît mai omogenă. Este bine ca suspensia să fie transvasată într-o altă eprubetă sterilă

și lăsată liniștit să se depună toate aglomerările de bacterii sau bucățele de agar. Din partea superioară a suspensiei se trage cu pipeta circa 1 ml, cu care se însămînțează mediul din vasul Petri, înclinînd vasul în toate părțile ca să se acopere toată suprafața mediului. Excesul inoculului se elimină cu pipeta. Vasul, pe 1/4 întredeschis, se așază în termostat la temperatura de 37°C, pînă ce se usucă toată placa. Timpul de uscare nu trebuie prelungit prea mult, deoarece începe să se dezvolte cultura bacteriană. În centrul plăcii astfel pregătite se depune o picătură din filtrat și se lasă să se scurgă într-o parte. Zona cuprinsă de filtrat se înseamnă cu dermatograf. Vasul cu fundul în sus se așază în termostat, iar după 12—24 de ore se examinează dacă prezintă liză. În cazul în care filtratul conține bacteriofagi, zona cuprinsă de filtrat va fi liberă de cultură bacteriană sau această cultură va fi foarte fină (în cazul cînd citirea s-a făcut mai tîrziu decît timpul optim).

Cea mai mare parte a izolatelor bacteriofagice obținute prin metoda descrisă mai sus nu sînt pure, ci formate dintr-o populație mai mult sau mai puțin eterogenă. Purificarea bacteriofagului se face pornind de la o singură plajă (colonie de fagi provenită de la un singur virion). Pentru aceasta fagolizatul se diluează în circa 6 eprubete cu cîte 9 ml de apă sterilă, trecînd de la o eprubetă la alta cîte o picătură. În 6 eprubete mici (10/100 mm) se repartizează cîte 1 ml de suspensie din bacteria de referință, la care se adaugă cîte o picătură din fiecare diluție. După ce se amestecă bine, suspensia cu fagul se toarnă pe suprafața a cîte unui vas Petri, excesul îndepărtîndu-se. După 1-2 zile, într-una din plăci, la o anumită diluție, se vor putea distinge plaje izolate, avînd dimensiuni în general de 1-2 mm. Una dintre aceste plaje va fi decupată cu multă atenție cu un ac spatulat steril, cuprinzînd și foarte puțină cultură bacteriană, și transferată într-o eprubetă cu mediu lichid, continuîndu-se mai departe îmbogățirea fagului.

Una dintre metodele bune de îmbogățire a fagului este următoarea: pe o placă Petri însămînțată în „gazon" (cultură continuă pe toată suprafața mediului agarizat) se pun 2-3 picături de fagolizat. Prin aplecarea vasului Petri, fagolizatul se întinde pe suprafața mediului în așa fel ca să cuprindă circa 2/3-3/4 din suprafața plăcii. După 1-2 zile, cînd fagoliza s-a produs, în vasul Petri se toarnă 20 ml de mediu lichid și se lasă astfel 3-4 ore la termostat, după care se filtrează. Filtratul obținut va conține un titru foarte ridicat de virioni.

Filtratele fagolizatelor, trebuie păstrate la temperatura de +4°C și cît mai puțin la alte temperaturi, deoarece, pe de o parte, numeroși fagi mor repede la temperaturi mai ridicate și, pe de altă parte, în fagolizat se pot dezvolta alte microorganisme, diminuînd numărul virionilor.

Pentru determinarea titrului bacteriofagic se folosește metoda straturilor duble, inițiată de Gratia în 1936. În plăci Petri se toarnă 20—25 ml de mediu geloză nutritivă (bulion de carne agarizat) sau agar simplu în concentrație de 15—20%. După ce mediul s-a întărit, plăcile se usucă în condiții aseptice. Este

mai bine dacă acestea se fac cu o zi înainte. În eprubete cu 2,5 ml de mediu nutritiv cu 0,7% agar topit și răcit la 46—47°C, se introduce 1 ml din diluția de fag cercetat și circa 0,1—0,2 ml suspensie mai concentrată a culturii bacteriene de referință. Deoarece operația durează mai ales cînd sînt de făcut mai multe plăci, eprubetele cu mediu se vor ține în baie marină la temperatura indicată. Amestecul mediu-fag-bacterie se agită puțin fără a se produce bule și imediat se toarnă pe suprafața plăcilor pregătite anterior, avîndu-se grijă ca întreaga suprafață a primului strat să fie acoperită. După întărirea stratului al doilea, vasele Petri se pun în termostat la temperatura optimă bacteriei test. După 8—24 de ore sau mai mult, în funcție de viteza de creștere a bacteriei, plăcile se examinează, numărîndu-se plajele la diluția convenabilă. Deoarece contrastul dintre plaje și restul mediului este foarte mic, fotografierea acestor plăci fiind de multe ori practic imposibilă, pentru mărirea contrastului, alături de bacterie și de fag se va adăuga în fiecare eprubetă cîte o picătură de soluție apoasă 5% clorură de trifeniltetrazol, sterilizată prin filtrare.

Noțiuni de tehnică serologică

Noțiunile generale fiind prezentate în capitolul „Tehnica de lucru în studiul virozelor", în cele ce urmează se vor arăta numai cîteva tehnici mai folosite în bacteriologie.

Antigenul se prepară din culturi de 2-3 zile pe mediu agarizat cu ser fiziologic (soluție de 0,85% NaCl). Concentrația suspensiei se corectează turbidimetric la 2 miliarde de celule la 1 ml. Antigenul astfel preparat se va păstra la frigider, nu mai mult de 10 zile, după care se va prepara alt antigen proaspăt.

După Lazăr, unele specii aparținînd genului *Erwinia* sînt toxice pentru animal. În acest caz se recomandă ca celulele să fie inactivate la căldură sau spălate de cîteva ori în ser fizilogic prin suspendare și centrifugare repetată.

Imunizările se fac după aceeași tehnică ca la virusuri, folosindu-se diferite scheme, dintre care cea mai frecventă este, injectarea la 4 zile în vena auriculă a iepurelui, progresiv, a următoarelor cantități : 0,5 : 1 ; 1,5 2,0 ; 2,5 ml. După 7 zile de la ultima injectare se face singerarea de probă : din vena auriculă se scot cîțiva ml de sînge din care se separă serul și se încearcă cu antigen. Dacă reacția este pozitivă, se face singerarea totală, după ce în prealabil animalul a fost nealimentat în ultimele 24 de ore. În cazul în care reacția la singerarea de probă este negativă, se mai execută 1-3 injecții tot cu 2,5 ml de antigen, după care se face din nou singerarea de probă.

Reacția serologică mai frecvent folosită este aglutinarea. Pentru aceasta serul imun se diluează 1 : 50 cu ser fiziologic, iar mai departe din 2 în 2, obținîndu-se astfel diluțiile : 1/100, 1/200, 1/400, 1/800, 1/1 600, 1/3 200 etc. Diluțiile se realizează în eprubete în care se repartizează la început cîte 1 ml ser fiziologic, iar apoi succesiv se transferă cîte 1 ml din diluția precedentă. Pe o lamă curată se depune la cele două capete cîte o picătură de suspensie bacteriană preparată din cultura pe care vrem s-o cercetăm. Alături de aceste picături, la un capăt se pune o picătură din ser normal de iepure, iar la celălalt capăt o picătură din prima diluție a antiserului. Picăturile se amestecă 2 cîte 2 cu o baghetă subțire și curată de sticlă, întîi suspensia bacteriană cu serul normal, apoi suspensia bacteriană cu antiser. După 5—15 min cele două amestecuri se examinează cu ochiul liber sau la microscop în fond negru cu un obiectiv mai mic. Amestecul cu ser normal, obișnuit prezintă o turbiditate uniformă, iar amestecul bacterie-antiser, în cazul unei reacții pozitive, prezintă aglomerări neregulate, mai mici sau mai mari. Ultima diluție la care se mai observă aglutinarea reprezintă titrul antiserului. În cazul în care se obține reacție pozitivă și în amestecul cu ser normal, se va folosi o altă metodă serologică.

Determinarea bacteriilor fitopatogene

Una dintre problemele cele mai dificile în studiul bacteriozelor reprezintă diagnosticul bacteriologic. Acest diagnostic, pe lîngă precizie, trebuie să fie și rapid. Or, în această muncă, pe lîngă greutățile subiective întîmpinate de cercetător, există și altele de ordin obiectiv. Variabilitatea mare care există în sînul oricărei specii, existența numeroaselor tulpini, nedelimitarea precisă a unităților taxonomice fac ca toate metodele de diagnostic să fie afectate într-o măsură mai mică sau mai mare de relativitate. Afară de aceasta, unele dintre ele sînt de durată, ceea ce în multe cazuri nu satisface pe cercetător.

Diagnosticul bacteriologic poate fi făcut direct pe substratul respectiv sau prin izolarea agentului patogen în stare pură. Primul caz se pune la diferite laboratoare de control care trebuie să certifice existența sau lipsa unei boli, la un material destul de numeros. În acest scop au fost propuse mai multe metode, dintre care enumtăm numai cîteva.

Examenul microscopic direct din leziune a fost descris mai sus. Această metodă nu dă certitudinea diagnosticului, pentru că în numeroase cazuri leziunile pot fi suprainfectate cu floră saprofită. Ea poate servi numai ca punct de pornire a cercetărilor sau poate să confirme un diagnostic atunci cînd simptomele bolii sînt evidente.

Probele din semințele supuse controlului sînt însămînțate în seră în condiții optime dezvoltării bacteriozei bănuite. În multe cazuri, rezultatele pot fi obținute pe baza examinării cotiledoanelor. Relativitatea acestei metode este mare, pentru că este greu să fie stăpîniți întotdeauna toți factorii care concură la apariția și dezvoltarea bacteriozei.

Katznelson, Sutton și Bailey au propus o metodă bacteriofagică pentru detectarea infecției bacteriene în semințele de fasole. După cum s-a arătat în capitolul despre bacteriofagi, metoda a fost îmbunătățită de alți cercetători și extinsă și asupra altor organe vegetale. În principiu, metoda este următoarea : materialul experimentat se triturează (semințe) sau se omogenizează (țesuturi verzi), după care se introduce într-un mediu nutritiv, la care se adaugă un număr determinat de fagi specifici bacteriilor cercetate. Dacă plantele sînt infectate cu bacteria respectivă, bacteriofagii se vor înmulți. După o înmulțire de 24—48 de ore, numărul bacteriofagilor este determinat prin metoda straturilor duble (după Gratia). Metoda este relativă, pentru că, așa cum s-a arătat mai sus, o tulpină de fagi nu lizează pe toți reprezentanții unei specii, pe de o parte, iar pe de altă parte unele tulpini de fagi pot liza bacterii aparținînd la specii diferite.

Atunci cînd diagnosticul se face pe bacterii fitopatogene izolate, metoda comportă următoarele trepte : izolarea și purificarea agentului patogen, reproducerea bolii prin infecții artificiale și determinarea bacteriei reizolate în paralel cu cultura izolată prima oară.

Determinarea *in vitro* a unei bacterii se rezumă la stabilirea cît mai multor caractere anatomomorfologice, culturale, fiziologice, biochimice, bacteriofagice, serologice etc. Datele obținute vor fi confruntate cu cele existente în literatură și, dacă este posibil, toate aceste determinări se vor face paralel și la o cultură de comparație.

Într-un frotiu obișnuit se cercetează forma celulelor bacteriene și se măsoară cu ajutorul micrometrului ocular lungimea și lățimea celulelor. Deoarece dimensiunile celulelor la bacteriile fitopatogene sînt destul de reduse, pentru o exactitate mai mare, măsurătorile se fac prin fotografierea celulelor bacteriene. La același grosismetru se fotografiază scala de pe micrometrul obiectiv, apoi pe proiecțiile filmelor se măsoară celulele bacteriilor, folosindu-se ca etalon scala micrometrului la dimensiunile proiecției.

Mobilitatea celulelor se determină punînd o picătură de cultură lichidă de bacterii sau din lichidul de condens al unei culturi pe mediu agarizat înclinat între lamă și lamelă. Preparatul se examinează la microscop cu un obiectiv mai mic, de preferat pe fond negru. Trebuie avută grijă să nu se confunde mișcarea datorită curenților care se produc între lamă și lamelă sau mișcarea browniană cu mișcarea bacteriilor, care este specifică.

La colorarea capsulelor, fixarea frotiurilor nu se va face la căldură. Se pot face preparate umede, între lamă și lamelă, sau uscate. Prin unele metode se colorează fondul frotiului, astfel ca să contrasteze cu celula bacteriană și cu capsula, care rămîn necolorate. Dintre acestea face parte metoda Burri, la care se folosește tuș de China. În acest scop tușul de cea mai bună calitate se diluează de 10 ori cu apă distilată, apoi se centrifughează, folosindu-se numai supernatantul. Suspensia de tuș se poate steriliza dacă se păstrează mai mult timp. Tușul se amestecă pe lamă cu suspensia bacteriană de cercetat, iar lichidul se întinde cu ajutorul unei lamele sau lame șlefuite într-un strat foarte subțire. Preparatul se examinează imediat după uscare. Alte metode se bazează pe colorarea capsulelor. La metoda Antoni, frotiurile, după ce s-au uscat la rece, fără să se fixeze, se colorează cu o soluție apoasă de cristal violet 1%, după care preparatul se spală cu o soluție apoasă de sulfat de cupru 20%. Fără a se spăla cu apă, frotiul se usucă și se examinează.

Pentru colorarea cililor există mai multe metode, cu unele dintre ele obținîndu-se rezultate foarte bune. Una dintre acestea este metoda Hinderberger. Soluțiile necesare : 1) mordantul este alcătuit din acid osmic 1 g în 50 ml apă distilată (se lasă 24 de ore pentru dizolvare), în care se adaugă 100 ml de soluție de tanin 20% și 7 picături de acid acetic glacial ; 2) 100 ml de soluție $AgNO_3$ 1% ; 3) 100 ml de soluție NaCl 30% ; 4) 100 ml de soluție de amoniac 30% ; 5) soluție Hinderberger (se prepară cu 24 de ore înainte), alcătuită din 1 g de acid galic, 17 g de acetat de sodiu la 100 ml de apă distilată ; 6) 100 ml de soluție $AgNO_3$ 0,25%. Timpi de colorare : 1) mordantul 25—30 min ; 2) spălare cu apă călduță de robinet ; 3) spălare cu alcool 95° curat (distilat) cîteva secunde ; 4) spălare cu apă călduță ; 5) baie în soluție $AgNO_3$ 1% 2 min ; 6) baie în soluție NaCl 0,7% cîteva secunde și baie în soluție de amoniac 30% cîteva secunde de trei ori alternativ ; 7) spălare repede cu alcool 95° ; 8) baie în soluție Hinderberger 2 min ; 9) baie în soluție $AgNO_3$ 0,25% cîteva secunde pînă se înnegrește ; 10) spălare bine cu apă călduță. Prepararea frotiurilor : dintr-o cultură de 24 de ore pe mediul de autolizat de drojdie înclinat la care s-a adăugat înainte de însămînțare 1—2 ml de apă sterilă-distilată, se iau două încărcături de bucle de ansă din lichidul de condensare și se trec în 5 ml de apă distilată. Suspensia se ține o oră la 25°C, după care o picătură se pune pe o lamă curată și bine degresată, lăsîndu-se apoi să se usuce la aer. Lama astfel pregătită se colorează.

Pentru descrierea coloniilor, din suspensii bacteriene foarte diluate se pune cîte o picătură pe suprafața mediului agarizat, care în prealabil a fost turnat în placă Petri, și se întinde pe toată suprafața cu spatula Drigalski. După 1—2 zile coloniile se examinează cu ochiul liber sau, mai bine, cu lupa.

Pigmentația coloniilor se examinează pe toate mediile solide, dar în special pe gelozâ nutritivă, mediul glucoză-drojdie-cretă-agar și bucăți de cartof. Prezența fluorescenței se poate observa mai bine în medii lichide (de exemplu Czapek, în care s-a înlocuit glucoza sau zaharoza cu manita) într-un fascicul de raze U.V.

Reacția Gram este obligatorie în toate determinările bacteriologice. Tehnica de colorare a fost prezentată mai sus.

Caracterele fiziologice ale izolatului respectiv se determină pe diferite medii speciale, dintre care nu avem posibilitatea să descriem decît o parte dintre ele.

Placa cu geloză nutritivă, în care s-a adăugat 0,4% gelatină, se însămînțează în striu cu bacteria cercetată, apoi se ține la temperatura de 28°C. După 3—5 zile, placa se acoperă cu 8—10 ml din următoarea soluție : $HgCl_2$ 15 g, HCl conc. 20 ml, apă distilată 100 ml. Hidroliza gelatinei este indicată de o zonă clară din jurul culturii, spre deosebire de restul plăcii, pe care se va forma un precipitat alb.

Laptele fiert apoi degresat este repartizat în eprubete și sterilizat 3 zile consecutiv la 100°C cîte 30 min. După sterilizare, toate eprubetele se păstrează 3 zile la 30°C pentru control. Pentru prepararea laptelui turnesolat, la laptele tras se adaugă 5% tinctură de turnesol (culoarea laptelui trebuie să fie albastru-deschis). După perioada de control, eprubetele se însămînțează în izolatele cercetate. Rezultatele se înregistrează în prima, a 10-a și a 30-a zi. Laptele turnesolat steril are o culoare violet. După însămînțare el poate să rămînă nemodificat, reacția în acest caz fiind neutră. În multe cazuri va apărea însă o reacție alcalină sau acidă. În primul caz culoarea mediului va fi albastră, în al doilea roz. În urma activității vitale a unor izolate poate apărea reducerea turnesolului. Bacteriile pot produce peptonizarea (limpezirea) laptelui sau coagularea cazeinei, iar ulterior coagulul poate suferi o peptonizare. Coagulul poate avea două origini : cazeina se poate precipita sub formă de cheag sub acțiunea acidului format (cheag acid), avînd o consistență moale, nu se retractă ulterior și este solubil în baze, sau cazeina se coagulează sub acțiunea fermentului coagulant, secretat de anumite bacterii, fiind consistent, se retractă la cîteva ore după formare și este insolubil în baze.

Pentru determinarea capacității de reducere de către bacterii a nitraților, acestea se însămînțează în cîte 5 ml de bulion+0,2% KNO_3 în eprubete. După trei zile, prezența nitraților este pusă în evidență cu ajutorul următorului reactiv : Soluția I. Amidon solubil 1 g, KI 0,5, apă distilată 100 ml. Soluția II. H_2SO_4 c.p. 10%. Înainte de folosire se amestecă în părți egale soluțiile I și II. Reactivul este utilizabil timp de 15 min. Se adaugă cîte 1 ml de reactiv în fiecare eprubetă însămînțată. Dacă s-a produs reducerea nitratului în nitrit, se obține o coloratie albastru-închis în urma degajării iodului metalic din iodura de potasiu, care reacționează cu amidonul. În eprubetele în care nu a apărut culoarea albastră, se adaugă o cantitate mică de zinc în pulbere sau în granule. În mod normal, lichidul trebuie să capete imediat o culoare albastră. În caz contrar înseamnă că reducerea a afectat și nitriții. Principiul se bazează pe faptul că zincul intră în reacție cu acidul sulfuric, eliberînd hidrogenul care reduce nitratul în nitrit, iar acesta intră în reacție cu iodura de potasiu.

Hidroliza amidonului se stabilește însămînțînd în striu bacteria cercetată pe suprafața unui mediu agarizat care conține 10% amidon solubil. După 2—5 zile de la incubare, placa este acoperită cu soluția Lugol diluată 1 : 1 cu apă. Dacă în jurul culturii bacteriene va apărea o zonă clară în timp ce restul suprafeței mediului se va înălbăstri, reacția este pozitivă.

Pentru punerea în evidență a capacității bacteriilor de a forma indolul, se procedează în felul următor : la 4,5 ml de bulion se adaugă în fiecare eprubetă cîte 0,5 ml de soluție sterilă de triptofan (200 mg de triptofan dizolvat în 50 ml de bulion se sterilizează prin filtru bacteriologic). Fiecare izolat bacterian se însămînțează în cîte 3 eprubete. După 3 ; 5 și 10 zile în cîte o eprubetă se adaugă 1—2 ml de eter, se agită apoi pe peretele eprubetei se toarnă 2 ml de soluție Ehrlich (1 g de para-dimetilamidobenzaldehidă, 95 ml de alcool etilic 96°, 20 ml HCl de concentrat). În cazul reacției pozitive, în decurs de 5 min tot stratul de eter sau partea inferioară a acestuia se colorează în roșu. Apariția coloratiei roșii în bulion, cînd eterul rămîne incolor, nu se ia în considerare.

Pentru decelarea amoniacului și a hidrogenului sulfurat degajat din culturile bacteriene, în eprubeta cu cultura de cercetat însămînțată în bulion se introduce sub dopul de vată două fîșii uscate de hîrtie de filtru muiate în prealabil una (pentru NH_3) în soluție Krupp, alta (pentru H_2S) în acetat de plumb. Dopul de vată al eprubetei se va lega cu hîrtie celofan. În cazul reacției pozitive, hîrtia cu soluția Krupp se va înroși, iar aceea cu acetat de plumb se va înnegri. Hîrtia indicatoare pentru NH_3 după Krupp se prepară în felul următor : se amestecă 1 ml H_2SO_4 3% și 2 ml de soluție apoasă de fuxină 1% (se prepară din soluție alcoolică). Îndată ce culoarea lichidului devine brună, se îmbibă fîșii de hîrtie de filtru și se usucă. Hîrtia trebuie să rămînă incoloră sau ușor galbenă. Hîrtia preparată se păstrează în vase ermetic închise, deoarece este foarte sensibilă și în prezența celor mai mici cantități de NH_3 capătă o culoare roșiatică. Hîrtia indicatoare pentru H_2S se prepară îmbibînd hîrtia de filtru într-o soluție 10% de acetat de plumb, după care se usucă în etuvă.

Dezvoltarea bacteriilor în mediile sintetice Colin, Uschinsky și Fermi dă oarecare indicații asupra speciei bacteriene. Uneori în aceste medii apare un pigment fluorescent, care poate fi distins cu ușurință într-un fascicol de raze U.V.

Pentru determinarea speciilor din genul *Erwinia* se folosește proba pentru acetilmetilcarbinol. La 1 litru de apă distilată se adaugă 5 g de peptonă, 5 g de glucoză și 5 g K_2HPO_4. Se repartizează în eprubete cîte 5 ml, se sterilizează și se însămînțează cu cultura cercetată. După o incubare de 5 zile la temperatura de 30°C în fiecare eprubetă se adaugă cîte 1 ml de soluție KOH și se ține la temperatura de 37°C timp de 18—24 de ore. Coloratia roz a mediului, cu o fluorescență galbenă (caracteristică pentru soluțiile alcoolice ale eosinei), indică o reacție pozitivă. Dacă cultura nu-și schimbă culoarea, înseamnă că acetilmetilcarbinolul lipsește. Obișnuit reacția este pozitivă la bacteriile care fermentează glucoza.

Capacitatea bacteriilor de a fermenta diferiți hidrați de carbon este mult folosită la identificarea lor. În principiu, metoda se reduce la următoarele : la un mediu de bază sintetic se adaugă hidratul de carbon cercetat și un indicator al aciditătii. În aceeași eprubetă se introduce un tub Durheim (tubuleț de cîtiva cm) cu gura în jos și evacuat de aer. Virarea culorii indicatorului indică reacția acidă sau bazică a culturii, iar evacuarea în timpul culturii a lichidului din tubul Durheim indică producerea de gaze. Mediul de bază recomandat de D o w s o n este următorul : la 1 litru de apă distilată, 1 g $(NH_4)\ H_2PO_4$, 0,2 g $MgSO_4$. Se corectează pH-ul la 7,0 cu NaOH N/1, din care se vor folosi circa 6 ml. Se sterilizează timp de 15 min la 1,5 atm. Se împarte în cîteva vase hidrații de carbon care urmează a fi folosiți, aceștia adăugîndu-se în cantități de 1% pentru glucide și alcooli și 0,2% pentru glicosizi. Se introduce o soluție alcoolică 1,6% de albastru de brom timol. Se distribuie în eprubete cu tuburi Durheim, sterilizate în prealabil. Se sterilizează 10 min la 0,4 atm.

Determinarea temperaturii letale. Dintr-o suspensie apoasă bacteriană se repartizează cîte 0,5 ml în eprubete mai mici (exemplu 10x100 mm). Primele 4 eprubete se introduc într-o baie încălzită la 45°C. După 10 min (în toată această perioadă temperatura apei nu trebuie să scadă) eprubetele se scot din baie și se introduc în apă rece, după care cu ansa se repică din fiecare eprubetă într-o altă eprubetă cu mediu agarizat. Aceeași operație se face la 47, 49 și 51°C. Eprubetele cu mediul agarizat înclinat se examinează după două zile de incubare. O nouă serie de determinări se va face în cadrul temperaturii celei mai mari la care cultura bacteriană s-a mai dezvoltat pe mediul înclinat și următoarea la care cultura bacteriană nu s-a mai dezvoltat. Treptele de temperatură vor fi în funcție de abaterea termică pe care o prezintă apa din baie.

TEHNICA DE LUCRU ÎN STUDIUL MICOZELOR

Medii de cultură

Mediile de cultură pe care se pot cultiva *in vitro* o serie întreagă de ciuperci parazite trebuie să conțină toate substanțele necesare hrănirii microorganismului respectiv și combinate astfel încît să favorizeze într-o măsură cît mai mare dezvoltarea completă a acestuia. Din punctul de vedere al compoziției lor, mediile de cultură pot fi naturale sau artificiale, adică constituite fie din produse naturale (bucăți de cartof, morcov, sfeclă etc.), care se sterilizează numai, fără a fi însă modificate, fie dintr-un amestec de produse naturale. Dintre mediile artificiale trebuie să desprindem o categorie specială, aceea a mediilor sintetice, adică alcătuite din substanțe bine definite din punct de vedere chimic și dozate în așa fel încît să se realizeze un aliment cu o compoziție constantă. Din punctul de vedere al consistenței lor, atît mediile naturale, cît și cele artificiale și sintetice pot fi lichide și solide. Mediile solide pot avea aceeași compoziție ca și cele lichide, însă sînt solidificate prin adăugarea, după necesitate, a unei cantități mai mari sau mai mici de agar-agar (15—20 g la litru) sau gelozâ (10—15 g la litru).

Mediile naturale cel mai des folosite sînt :

Mediul cu bucăți de cartof. Se curăță tuberculii de coajă și apoi, cu cuțitul sau cu ajutorul unei preducea, se decupează bucăți prismatice sau cilindrice (care apoi se vor tăia pe diagonală), care se introduc în eprubete Roux sau simple. La fundul eprubetelor se pun o cantitate de apă distilată și, în cazul eprubetelor simple, o mică baghetă de sticlă, pe care să se sprijine porțiunea bazală a prismelor de cartof. Tuburile astfel pregătite se sterilizează timp de 20 min la 120°C. Se pot folosi și felii rotunde de cartof, potrivit de groase, care se așază pe fundul vaselor Petri în prealabil sterilizate. Se toarnă apoi apă distilată, care trebuie să cuprindă aproximativ 1/2 din grosimea feliilor. Înainte de a fi introduse în vase feliile de cartof se spală bine în 2—3 ape. În același mod se pot folosi bucăți de morcov, de sfeclă, de tomate, de păstăi verzi de fasole sau bucăți de fructe. Mediul cu felii de cartof este foarte favorabil dezvoltării ciupercii *Sclerotinia sclerotiorum*.

Mediul de pîine. Din miez de pîine uscată se face prin umectare o pastă, care se introduce în flacoane Erlenmeyer într-un strat de 2—3 cm grosime. Se sterilizează la 120°C timp de 20 min. Pe acest mediu se dezvoltă bine ciupercile din genul *Monilinia* și *Mucor*.

Ciupercile pot fi de asemenea cultivate pe diferite extracte vegetale, cum sînt cele de legume sau fructe, pe decocții de cereale etc.

Mediul cu extract de cartof. Se fierb 250 g de cartofi curățați, spălați bine și tăiați în bucăți mici, timp de o oră, la un foc potrivit, într-un litru de apă de robinet. Extractul se lasă să se răcească și să se depună, după care lichidul limpede de deasupra se decantează. Se completează pînă la 1 litru cu apă de robinet. Se filtrează de 2 ori prin vată, după care se distribuie în vase și se sterilizează la 120°C timp de 20 min. La acest mediu se pot adăuga și 20 g de glucoză la 1 000 ml de extract. În același mod se pot prepara extracte de morcovi, de sfeclă, de fructe etc.

Mediul cu extract de fasole. Se fierbe o cantitate de 300 g de fasole într-un litru de apă timp de o oră. Se lasă să se răcească, apoi se decantează lichidul limpede și se completează pînă la 1 litru cu apă de robinet. Se adaugă 20 g de glucoză, se filtrează și se distribuie în vas. Se sterilizează la 120°C timp de 15—20 min.

Mediul cu extract de fulgi de ovăz. În 1 000 ml de apă de robinet se adaugă 100 g de fulgi de ovăz și se ține pe o baie marină o oră la 60°C. Se completează pînă la 1 litru, se filtrează, se repartizează în vase și apoi se sterilizează la 120°C timp de 20 min.

Mediile sintetice fac parte din grupa mediilor artificiale, care conțin cantități suficiente de substanțe nutritive necesare pentru dezvoltarea celor mai multe ciuperci.

Mediul Czapek. În 1 000 ml de apă distilată se dizolvă pe rînd 2 g de azotat de amoniu, 1 g de fosfat bipotasic, 0,5 g de sulfat de magneziu, 0,5 g de clorură de potasiu, 0,01 g de sulfat feros (urme), 30 g de glucoză, 20 g de agar-agar. Se sterilizează la 120°C timp de 20 min. Acest mediu este unul dintre cele mai des folosite pentru cultura ciupercilor.

Mediul lui Wollenweber. Se dizolvă succesiv 20 g de nitrat de amoniu, 10 g de fosfat de potasiu bibazic, 5 g de sulfat de magneziu, 100 g de glucoză, 15—20 g de agar-agar în 1 000 ml de apă distilată. Procedeul de preparare este identic cu cel arătat pentru mediul Czapek. Este indicat pentru cultivarea ciupercilor din genul *Fusarium*.

Mediul Richards. Se prepară din 10 g de azotat de potasiu, 5 g de fosfat monopotasic, 2,5 g sulfat de magneziu, 0,02 g de clorură ferică, 50 g de zaharoză, care se dizolvă în ordinea de mai sus în 1 000 ml de apă distilată.

Pentru obținerea în cultură a unor ciuperci care necesită condiții speciale de nutriție se folosesc medii selective. Un astfel de mediu este și cel folosit pentru cultura ciupercii *Phytophthora infestans*: se dizolvă în 1 000 ml de apă 0,5 g de fosfat monopotasic, 0,25 g de sulfat de magneziu, 25 g de glucoză, 0,001 g de thiamină hidroclorică, 0,2 g de asparagină, 18 g de agar-agar. Se reglează pH-ul la 5,5, după care se repartizează în vase și se sterilizează la 120°C timp de 20 min.

Izolarea și însămînțarea ciupercilor pe mediul de cultură

Pentru a obține cultura unei ciuperci fitopatogene în vederea identificării acesteia și stabilirea dependenței cauzale dintre agentul patogen respectiv și simptomele unei anumite boli la plante este necesar să o izolăm direct de pe substratul pe care se dezvoltă. Procedeul folosit pentru izolarea microorganismelor din țesuturile plantei-gazdă este de obicei următorul: cu ajutorul unei anse trecute prin flacără sau cu un bisturiu steril se ia o porțiune mică din țesutul bolnav și se transferă pe un mediu nutritiv în vase Petri sau în eprubete. Materialul din care facem izolarea va trebui în prealabil curățat și spălat bine cu apă și, atunci cînd este posibil, dezinfectat la exterior cu un antiseptic (soluție de clorură mercurică (sublimat corosiv) 1‰ sau alcool etilic 70%). Vom obține astfel culturi în care ciuperca pe care voim s-o izolăm este amestecată și cu alte microorganisme (bacterii sau ciuperci). Prin prelevări repetate din zonele în care ciuperca urmărită s-a dezvoltat mai bine și mai liberă de impurități putem ajunge la obținerea unei culturi pure. Toate aceste operații necesită multă atenție și condiții de lucru cît mai steril posibile pentru a evita cît se poate de mult pericolul de infectare a culturilor. Pentru a împiedica dezvoltarea bacteriilor este suficient să acidifiem mediul de cultură, deoarece se știe că ciupercile suportă bine o variație destul de mare a pH-ului și chiar se dezvoltă bine în mediul acid, în timp ce bacteriile nu se pot dezvolta într-un mediu a cărui valoare pH este mai mare de 4. O altă metodă folosită pentru înlăturarea impurificărilor cu bacterii se bazează pe proprietatea filamentelor micețiene de a se dezvolta nu numai la suprafața mediului nutritiv, ci de a difuza și în profunzime. La suprafața vasului Petri pe care s-a dezvoltat ciuperca pe care voim s-o studiem în amestec cu coloniile altor microorganisme se toarnă un strat subțire din același mediu nutritiv sau numai o soluție simplă de agar-agar, răcită suficient. În cele mai multe cazuri, miceliul ciupercii răzbate la suprafață, în timp ce bacteriile vor rămîne în interiorul mediului.

Izolarea monosporulă este o metodă de cultură specială, care constă în obținerea unei culturi pure pornind de la însămînțarea unui singur spor. Această metodă poate asigura puritatea absolută a unei culturi și are o largă întrebuințare în cercetările de micologie cu privire la variabilitatea speciilor. Metoda culturilor monosporale necesită o tehnică specială. În acest scop se pot utiliza mai multe procedee. De obicei se lucrează sub microscop sau stereomicroscop. Cu vîrful foarte ascuțit al unui ac metalic sau cu un capilar foarte fin de sticlă se ia un singur spor din cei pe care dorim să-i izolăm și care sînt răspîndiți fie pe o lamă uscată și sterilă, fie pe suprafața unei plăci cu agar și se însămînțează pe suprafața unui vas cu mediu nutritiv. Izolarea monosporală se poate realiza și cu ajutorul unor aparate speciale, numite micromanipulatoare, care se adaptează la microscop și care sînt prevăzute cu ace fine, care se manipulează cu ajutorul unor șuruburi micrometrice și al unor pîrghii, realizîndu-se astfel izolarea unui singur spor.

Culturile pure de ciuperci obținute prin însămînțări repetate pe medii nutritive în vase Petri se pot păstra vreme mai îndelungată prin reînsămînțarea lor în eprubete pe mediu înclinat. La anumite perioade, care diferă după speciile de ciuperci, culturile trebuie reîmprospătate printr-o nouă însămînțare. În general, culturile menținute la temperatură constantă de 18—20°C pot fi păstrate pînă la 2—3 luni. Unele ciuperci însă trebuie reînsămînțate la intervale mai mici de 20—25 de zile (*Phytophthora infestans*).

Unele metode folosite în tehnica examenului microscopic al ciupercilor

Studiul la microscop al ciupercilor necesită o serie de operații, în funcție de scopul urmărit. Astfel examinarea fiecărui obiect poate fi făcută fie în stare proaspătă (pe material viu), fie pe material fixat, adică după ce obiectul a fost supus unei serii de operații prin care se urmărește

păstrarea integrității structurale dintr-o anumită etapă, astfel ca să cunoaștem anumite detalii. Pentru fixarea materialelor de studiat se folosesc diferite substanțe pure sau în soluție, singure sau în amestec. Dintre cele mai uzuale lichide fixatoare folosite în tehnica micologică menționăm următoarele :

Lichidul lui Fleming, care este un bun fixator pentru nuclei, conține 75 ml de acid cromic 1%, 5 ml de acid acetic și 20 ml de acid osmic 2%. Durata de fixare este de 2—3 zile, după care se spală bine la un curent de apă.

Lichidul lui Navașin modificat de Brunn se compune din două soluții : I, la 130 ml de apă distilată se adaugă 20 g de acid cromic și 20 ml de acid acetic glacial ; II la 113 ml apă distilată se adaugă 37 ml de aldehidă formică 40%. Soluțiile astfel preparate trebuie păstrate la întuneric, de preferință în sticle de culoare închisă. Durata de fixare este de 24 de ore, obiectul ținîndu-se într-un amestec în părți egale din cele două soluții. Se spală bine într-un curent de apă timp de 24 de ore, după care se trece prin seriile de alcool de 15, 35, 55 și 70% timp de cîte o oră în fiecare, și apoi în alcool de 80%, în care obiectul poate fi păstrat timp nelimitat.

Formalina — acid acetic — alcool (FAA) este un bun fixator pentru studiul cromozomilor : 90 ml de alcool etilic 50%, 5 ml de acid acetic glacial și 5 ml de aldehidă formică (40%). Materialul poate fi păstrat în acest lichid timp nelimitat, dar nu mai puțin de 18 ore.

Picroformolul Bouin conține o soluție apoasă de acid picric 30 ml, acid acetic glacial 2 ml, aldehidă formică (40%) 10 ml. Durata de fixare este de 24 de ore. Se spală în alcool de 70% de mai multe ori și apoi se ține într-un curent de apă timp de 30 min.

Colorarea preparatelor. Folosirea coloranților este în funcție de organul sau țesutul pe care dorim să-l colorăm. Dintre coloranții cei mai des folosiți în micologie citâm :

— *bleu-coton în lactofenol*, care colorează atît membrana ciupercilor, cît și conținutul citoplasmatic al filamentelor miceliene. Se folosește o soluție de 0,5% bleu-coton în 100 ml de lactofenol ;

— *albastru de metilen*, care e folosit în soluție apoasă 1% ; colorează bine în albastru micelul ciupercilor ;

— *roșu de Congo*, care se folosește în soluție apoasă 1%, la care se adaugă cîteva picături de amoniac ;

— *bleu-coton, Sudan III în lactofenol*, care se compune dintr-o soluție saturată de Sudan III în lactofenol (150 ml), la care se adaugă 0,5 g bleu-coton ;

— *delta purpurină*, care se folosește în soluție apoasă 1%. Materialul se tratează în prealabil cu apă de javel. Se recomandă pentru punerea în evidență a peronosporaceelor în țesuturi ; de asemenea pentru colorarea și a altor ciuperci : *Pseudopeziza, Lophodermium, Erysiphe* ;

— *colorantul biacid Mann*, care se prepară din 100 ml de apă distilată, 35 ml de soluție apoasă de albastru de metilen sau bleu-coton 1% și 45 ml de soluție apoasă de eosină. Este un bun colorant al secțiunilor prin apotecii și peritecii. Ascosporii maturi sînt colorați în roșu viu ;

— *roșu de Ruthenin*, care se folosește în soluție apoasă 0,01 g în 16 ml de apă distilată, în care se adaugă apoi cîteva picături de soluție de carbonat de potasiu 10—20%. Micelul se colorează în portocaliu (M o r e a u, 1953) ;

— *hematoxilina ferică a lui Heidenheim*, care permite colorarea nucleilor. Se recomandă după fixarea cu picroformol ;

— *safranina, fast green* (după B e n d a, 1959), care se folosește cu bune rezultate la punerea în evidență a ciupercilor din familia *Erysiphaceae* ;

— *safranina, bleu-coton în lactofenol* (C i c c a r o n e, 1946), care se prepară adăugînd la 100 ml lactofenol 0,10 g safranină și 0,02 g bleu-coton. În această soluție obiectul de studiat se lasă 2 ore, după care se spală cu alcool de 96% și apoi cu alcool absolut. Se țin apoi într-un amestec de safranină 0,1 g și 50 ml de ulei de garoafe timp de 20—30 min. Ciuperca cu toate organele ei se colorează în albastru, iar țesuturile frunzei în roz.

Metoda Juraviliov de colorare cu soluție de permanganat de potasiu 5% (cîteva picături) permite punerea în evidență a micelului din țesuturile vegetale. Durata de expunere e 5—8 min, după care materialul se spală bine cu apă. Micelul se colorează în brun-intens, în timp ce țesutul se colorează foarte slab.

Pentru a studia structura anatomică și citologică a ciupercilor este necesar în foarte multe cazuri să se secționeze materialul de studiat. Secționarea țesuturilor vegetale poate fi făcută cu un brici botanic, cu microtomul de mînă sau cu microtoame speciale pentru incluzii în parafină sau refrigerare. Alegerea procedeului de secționare este legată de consistența materialului folosit, de finețea secțiunilor dorite, ca și de scopul urmărit în cercetare. În vederea secționării la microtom, materialele trebuie supuse în prealabil unei operații numite incluzionare, prin care i se imprimă rigiditatea necesară pentru a fi secționat. În acest scop, metoda includerii în parafină este cea mai adecvată.

Ordinea operațiilor după fixarea și spălarea materialului ce urmează să fie inclus în parafină este următoarea : deshidratarea prin serii de alcool cu concentrații progresive începînd de la 35% și pînă la 96%, apoi alcool absolut, amestec de alcool absolut, xylol, benzol sau toluol, amestec de xyloi cu parafină și includere în parafină curată. Se formează mici blocuri paralelipipedice, în care este inclus obiectul de secționat.

Pentru fixarea preparatelor microscopice se folosește lactofenolul Aman, care este un mediu foarte bun pentru observare și permite în același timp păstrarea acestora vreme îndelungată. Se prepară din 10 g de acid fenic cristale, 10 g de acid lactic, 20 g de glicerină și 10 ml de apă distilată. La fixarea preparatelor se mai poate folosi și glicerina.

Pentru a mări durabilitatea preparatelor microscopice montate în glicerină sau lactofenol, marginile lamelelor care acoperă obiectul inclus se lipesc cu un lut special, preparat din 20 g de lanolină anhidră sau ceară și 80 g de colofoniu. Preparatele microscopice se pot monta și în glicerină gelatinată sau în balsam de Canada.

Infecții artificiale

Stabilirea cu precizie a unui diagnostic nu se poate face întotdeauna numai pe baza izolatelor obținute dintr-un țesut bolnav, deoarece pe țesuturile deja necrozate se pot instala numeroase alte microorganisme saprofite. Deci pentru a avea certitudinea că un anumit agent patogen izolat este cauza principală a simptomelor constatate, se impune reproducerea artificială a bolii prin inocularea organismului izolat la o plantă sănătoasă și reizolarea acestuia din țesuturile îmbolnăvite experimental.

Infecțiile artificiale sînt necesare de asemenea în cercetările privind stabilirea patogenității și fiziologiei ciupercilor, sensibilitatea sau rezistența diferitelor plante față de microorganismele fitopatogene și încercarea eficacității diferitelor produse folosite în fitoterapie. De asemenea prin infecții artificiale putem determina cu mai mare ușurință și precizie durata perioadei de incubație, precum și influența diferiților factori de mediu asupra apariției și dezvoltării bolii.

Tehnica de lucru folosită pentru efectuarea infecțiilor artificiale este variată. Alegerea tehnicii este în funcție de cunoașterea biologiei ciupercii cu care lucrăm și de cerințele de mediu necesare pentru a favoriza receptivitatea plantei sau agresivitatea parazitului (L i m a s s e t și D a r p o u x, 1951).

Infectarea solului este o metodă folosită pentru ciupercile care pot pătrunde în plantă prin organele subterane (specii de *Fusarium* sau de *Pythium*, *Phytophthora parasitica* și *Diplodina lycopersici*). Ciupercile respective se cresc pe medii nutritive, iar culturile obținute (recoltate la optimul dezvoltării vegetative sau de fructificare) se amestecă cu pămîntul din vasele de vegetație sau se înglobează în stratul superficial al parcelelor experimentale.

În experiențele de seră sau din casa de vegetație se recomandă întrebuințarea de pămînt de țelină sau de pămînt în prealabil sterilizat.

Pulverizarea plantelor cu *suspensie de spori* permite acoperirea plantei sau a organelor de testat cu o peliculă formată dintr-o suspensie concentrată de spori în apă. În unele cazuri (experiențele de încercare a produselor fitofarmaceutice) este necesară cunoașterea cu exactitate a titrului suspensiei folosite.

L i m a s s e t și D a r p o u x recomandă pentru infectarea plantelor de tomate cu *Septoria lycopersici* o concentrație de 10 000 de spori la

ml de suspensie, revenind 17 spori pe cm² de frunză. În unele cazuri, pentru mărirea adezivității suspensiei se pot adăuga substanțe care măresc tensiunea superficială. Pentru reușita infecțiilor plantele se vor acoperi cu clopote de sticlă sub care umiditatea relativă se va menține peste 90%. În experimentările de cîmp se va menține de asemenea umiditatea relativă necesară prin impungiri, acoperiri cu prelate etc.

Pentru a asigura pătrunderea suspensiei de spori și în organele mai greu penetrabile se recomandă metoda de infiltrație prin vacuum. M o o r e (după B e n a d a) recomandă această metodă pentru infectarea semințelor de orz cu sporii de *Ustilago nuda*.

În cazul infectării semințelor de grîu cu speciile de *Tilletia* care produc mălura sau în cazul altor ciuperci cu infecție seminală se acoperă suprafața boabelor (prin agitare) cu un strat pulverulent de spori.

O altă metodă destul de folosită în tehnica efectuării infecțiilor artificiale se bazează pe rănirea mai mult sau mai puțin profundă a țesuturilor plantei. Pe suprafața frunzelor sau a tulpinilor tinere pe care s-au produs răniri fine se pot aplica tampoane îmbibate în suspensie de spori sau direct cîteva picături de suspensie, menținîndu-se în jurul locului infectat o umiditate relativă ridicată.

Suspensia de spori poate fi inoculată și cu ajutorul unei seringi (sau cu ace de seringă adaptate la o pară de cauciuc) direct în țesuturile plantei (frunze, tulpini, spice). Acest tip de infecție se poate folosi la injectarea plăntuțelor de porumb cu ciuperca *Ustilago zeae* sau a spicelor de secară cu *Claviceps purpurea*. Pentru rapiditatea efectuării inoculărilor în parcelele mari (producerea cornului secării) s-au preconizat inoculatoare care cuprind un număr mare de ace, injectîndu-se astfel în același timp un număr mare de spice.

În alte cazuri, rănirea plantelor este mai profundă. Se fac incizii cu un bisturiu steril în țesuturile de testat, în care se introduc apoi bucăți de miceliu (infectarea plantelor de floarea-soarelui cu ciuperca *Sclerotinia sclerotiorum*, a fructelor de semințoase sau simburoase cu specii de *Monilia* etc.). Peste inciziile făcute se mențin tampoane îmbibate cu apă aproximativ 24 de ore după efectuarea infecției.

Determinarea ciupercilor fitopatogene

Determinarea ciupercilor fitopatogene constituie o muncă destul de dificilă, care necesită experiență, precum și o cunoaștere a caracterelor morfologice și fiziologice ale ciupercilor și o orientare generală asupra poziției lor sistematice. Determinarea ciupercilor numai pe baza simptomelor specifice pe care le prezintă planta bolnavă pe un anumit organ sau într-un anumit stadiu de dezvoltare nu constituie un procedeu satisfăcător, mai ales atunci cînd simptomele nu sînt bine evidențiate sau cînd acestea corespund mai multor boli. De aceea întotdeauna

determinările pe baza simptomelor trebuie completate cu analiza caracterelor biometrice ale sporilor ciupercii care a provocat boala respectivă.

Cunoașterea dimensiunilor sporilor sau ale altor organe (hife, conidiofori, picnidii, peritecii, parafize etc.) ale ciupercilor constituie un element esențial pentru determinarea acestora, pentru separarea speciilor în cadrul aceluiași gen și pentru stabilirea variabilității lor.

Măsurarea dimensiunilor ciupercilor microscopice se face cu ajutorul micrometrului ocular. Înainte de efectuarea măsurătorilor trebuie să stabilim indicele micrometric, adică valoarea în microni a unei diviziuni de pe micrometrul ocular, pentru fiecare ocular și obiectiv al microscopului cu care se lucrează.

Pentru exactitatea rezultatelor se efectuează un număr cît mai mare de măsurători (pentru spori de obicei 200), stabilindu-se valorile pentru lungime și lățime. Valoarea în microni a unei dimensiuni este dată de produsul dintre numărul de diviziuni de pe micrometrul ocular între care se cuprinde și indicele micrometric.

Pe baza prelucrării statistice a valorilor obținute pentru dimensiunile măsurate obținem o situație a abaterilor (deviațiilor) acestora față de medie, precum și eroarea mijlocie a mediei, valori de mare importanță în determinarea speciilor de ciuperci.

Pentru determinarea și identificarea cu mai multă precizie a unor specii de ciuperci este necesară cunoașterea unor detalii privind structura și ornamentația finală a sporilor care nu apar destul de vizibile la microscopul optic. Folosirea microscopiei electronice în laboratoarele bine utilate a adus lămuriri și în unele probleme privind structura și suprastructura suprafeței sporilor. Astfel s-a reușit să se observe în detaliu aspectul membranei clamidosporilor de *Ustilago* și *Tilletia* și să se obțină fotografii foarte utile pentru stabilirea poziției sistematice a speciilor respective. P l o a i e (1963), folosind metoda replicilor (amprentelor) de carbon, a obținut fotografii electron-microscopice ale suprafeței sporilor de *Tilletia controversa*.

Criterii și norme de aprecieri ale atacului și pagubelor produse de boli

În procesele de infecție și manifestare ale simptomelor patologice la plante se disting două momente principale: *atacul* și *dauna (paguba)*.

Atacul este reprezentat valoric prin *frecvență* (F %), intensitate (I %) și grad de atac (GA %).

Frecvența atacului este valoarea relativă a numărului de plante sau organe ale plantei atacate (n) raportate la numărul de plante sau organe observate (N). Valoarea frecvenței se realizează prin observații directe asupra unui număr de plante sau organe, existînd, în funcție de

cazuri și de condiții, diverse metode de luare a probelor sau de efectuare a observațiilor. În urma observațiilor, datele brute se generalizează prin relația:

$$F\ \% = \frac{n \times 100}{N}.$$

Intensitatea atacului (I %) reprezintă valoarea prin care este dat gradul de acoperire sau de extindere a atacului raportînd suprafața atacată față de suprafața totală observată.

Drept criterii pentru redarea intensității se folosesc scări ce pot avea un număr diferit de clase de notare (cu 4, 5, 6—10 clase). În majoritatea cazurilor, în țara noastră se folosește în prezent scara cu 6 clase de intensități de atac, corespunzătoare unor anumite intervale de procente ale intensității atacului (tabelul nr. 2).

Tabelul nr. 2

Scara de notare a intensității atacului de boli la plante

Suprafața atacată în %	Nota intensității atacului
1 — 3%	1
4 — 10%	2
11 — 25%	3
26 — 50%	4
51 — 75%	5
76 — 100%	6

Expresia relativă a intensității atacului este dată de relația:

$$I = \frac{\Sigma\, 0 \times f}{n}, \text{ în care:}$$

i = nota sau % de acoperire cu atac;
f = numărul de cazuri cu atac la fiecare notă;
n = numărul total de cazuri cu atac.

Dacă, spre exemplu, într-o observație am avut următoarele cazuri :

74	cazuri cu	3 %	= nota 1
23	„ „	10 %	= „ 2
18	„ „	25 %	= „ 3
14	„ „	50 %	= „ 4
13	„ „	75 %	= „ 5
11	„ „	100 %	= „ 6

$n = 153$

$$I = \frac{\Sigma (i \times f)}{n} = \frac{(3 \times 74) + (10 \times 23) + (25 \times 18) + (50 \times 14) + (75 \times 13) + (100 \times 11)}{153} =$$

$$= \frac{3675}{153} = 24{,}04\ \%.$$

Gradul de atac (GA %) este expresia extinderii gravității atacului (procesului de îmbolnăvire) culturii sau numărului total de plante la care efectuăm observațiile.

Expresia valorică a GA este dată de relația :

$$GA = \frac{F \times I}{100}.$$

Dauna sau *paguba* este exprimată prin noțiunea „*grad* de *dăunare*" (GD %) și este reprezentată valoric prin pierderea relativă a cantității de recoltă la o plantă sau cultură atacată în raport cu recolta obținută de la o plantă sau cultură neatacată (sănătoasă).

Dauna poate fi redată prin relația :

$$GD = \frac{s - b}{s} \cdot 100 \left(1 - \frac{b}{s}\right) 100,$$

în care : s — producția plantei sau culturii sănătoase ;
b — producția plantei sau culturii bolnave.

Presupunînd că la o parcelă de vie producția pe o suprafață fără atac a fost de 8 000 kg la hectar, iar la altă suprafață atacată numai de 3 000 kg, gradul de dăunare sau pierdere în procente va fi :

$$GD = \left(1 - \frac{3\,000}{8\,000}\right) 100 = 62{,}5\%.$$

Determinarea frecvenței, a intensității și a gradului de atac are o importanță mare în evaluarea pagubelor produse, în estimări de producție pe parcursul vegetației, în stabilirea ritmului de aplicare a tratamentelor, precum și în aprecierea eficacității diferitelor metode și mijloace de protecție a culturilor împotriva agenților fitopatogeni.

Aceste elemente au de asemenea importanță în procesul de selecție și ameliorare a plantelor de cultură în direcția creării de forme rezistente față de boli și dăunători. În acest domeniu, metodele generale pentru determinarea frecvenței și intensității atacului nu mai dau rezultate. De aceea în marea majoritate a bolilor și dăunătorilor se crează metode specifice, apar scări pentru frecvențe și intensități variate ca intervale, scări întrerupte etc. De exemplu, la ruginile cerealelor, pentru care selecția la rezistență este o problemă primordială, fiecare specie de agent patogen are o scară proprie (fig. 98 și 99).

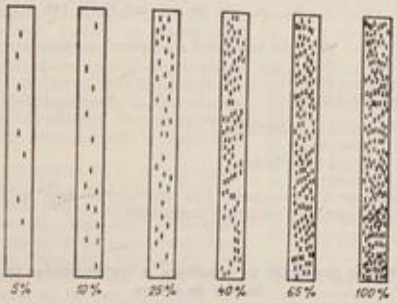


Fig. 98. — Scara de apreciere a rezistenței cerealelor față de rugina neagră.

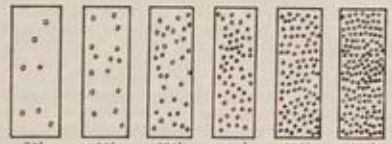


Fig. 99. — Scara de apreciere a rezistenței cerealelor față de rugina brună.

La rîia comună a cartofului, produsă de *Streptomyces scabies*, datorită cazului special al tipului de atac, intensitatea este dată nu numai de suprafața pustulelor, ci și de adîncimea lor. Astfel, la această boală frecvența este dată obișnuit de raportul dintre numărul de tuberculi atacați față de cel sănătos, iar la intensitate se utilizează 2 scări :

Scara A (1—4), în care se dă procentual suprafața acoperită cu pustule, și scara T (1—4), cu care se notează tipul sau felul pustulelor, și anume :

A_1 cînd 1— 25% din suprafață e acoperită cu pustule
A_2 cînd 26— 50 „ „ „ „
A_3 cînd 51— 75 „ „ „ „
A_4 cînd 76—100 „ „ „ „

T_1 pustule mici și superficiale
T_2 „ mari și „
T_3 „ mici și profunde
T_4 „ mari și „

Exemple pot fi numeroase, însă ele vor fi date la fiecare agent patogen și plante-gazdă în volumele următoare.

Elemente de prognoză și avertizare a tratamentelor împotriva bolilor la plante

Combaterea rațională a agenților fitopatogeni și a dăunătorilor plantelor presupune folosirea celor mai adecvate (mai eficace și mai economice) metode sau mijloace de combatere și cunoașterea pe baze științifice a momentului optim pentru aplicarea tratamentelor. Alegerea momentului optim pentru tratamente comportă cunoașterea specificului fiecărui agent patogen. Astfel sînt boli la care tratamentele sînt eficace numai dacă s-au făcut preventiv : cazul manei la vița de vie. Sînt de asemenea boli la care tratamentele pot fi făcute și curativ, cînd evoluția parazitului nu a ajuns încă să distrugă organele plantei atacate, de exemplu făinările plantelor cultivate.

Pentru raționalizarea aplicării tratamentelor în majoritatea țărilor se fac studii și cercetări de *prognoză* și *avertizare*.

Prognoza constă în determinarea densității numerice și în prevederea evoluției populației agenților patogeni și dăunătorilor în spațiu și timp.

Avertizarea constă în determinarea momentului optim pentru aplicarea tratamentelor și lansarea semnalelor prin care se stabilesc începutul și sfîrșitul perioadei optime de aplicare a tratamentelor, precum și metodele și mijloacele cele mai eficace pentru combatere, și prin care se dau indicații legate de sortimentul de plante, însușirile specifice ale agentului patogen etc.

Prognoza în funcție de timp poate fi :

— Prognoza pe termen lung, cînd elementele legate de densitatea numerică a populației într-o anumită perioadă se stabilesc cu mult timp înainte. La acest tip de prognoză se pretează unele boli cum ar fi : mana viței de vie, produsă de ciuperca *Plasmopara viticola*, la care prognoza atacurilor se poate face pe termen lung în funcție de densitatea oosporilor în toamnă sau de apariția condițiilor pentru evoluția și pierderea sursei de infecție înainte ca planta-gazdă să se fi dezvoltat fenologic pentru a putea fi atacată.

— Prognoza pe termen scurt poate fi făcută de asemenea ținînd seama de evoluția agentului patogen, de dezvoltarea plantei-gazdă, precum și de interrelațiile dintre parazit, plantă-gazdă și condițiile de mediu.

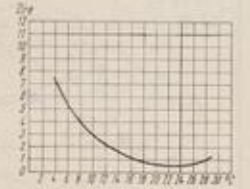


Fig. 100. — Curba germinației condițiilor de *Plasmopara viticola* în funcție de temperatură (după K. Müller).

Atît la dăunători, cît și la boli, prognoza pe termen lung este afectată adesea de erori datorită abaterilor care au loc în evoluția paraziților datorită influențelor directe ale condițiilor de mediu și în special ale celor climatice, biocenotice etc.

La marea majoritate a bolilor plantelor, prognoza pe termen scurt are cea mai largă aplicație, evoluția agenților patogeni fiind mai puternic afectată de condițiile de mediu.

Prognozele de lungă sau scurtă durată, precum și avertizările se fac pe baza unor criterii bine stabilite :

a) *Criteriul biologic* are la bază particularitățile biologice specifice fiecărui agent patogen, în funcție de care se determină apariția stadiului vătămător al acestuia, de exemplu determinarea momentului de aplicare a tratamentului împotriva rapănului la măr pe baza curbei de proiectare a ascosporilor sau a densității conidiilor de *Venturia inaequalis*.

b) *Criteriul fenologic* se bazează pe coincidența dintre apariția stadiului dăunător al agentului patogen și fenofaza critică, cînd acesta are tendința de înmulțire puternică și cînd planta-gazdă este mai receptivă. Un exemplu tipic se poate cita : aplicarea tratamentelor împotriva făinării viței de vie, produsă de ciuperca *Uncinula necator*, în stadiul de umflare a mugurilor ; se cunoaște că ciuperca iernează sub formă de miceliu de rezistență în solzii mugurilor și în acest stadiu temperatura necesară dezvoltării plantei-gazdă coincide cu cea necesară plecării la viață activă a parazitului.

c) *Criteriul ecologic* are la bază determinarea stadiului dăunător al agentului patogen în funcție de minimum necesar de condiții specifice al acestuia. Astfel, ținînd seama de acest criteriu, se determină momentul de aplicare a tratamentului împotriva manei la vița de vie, pe baza curbei de temperatură a lui Müller (fig. 100).

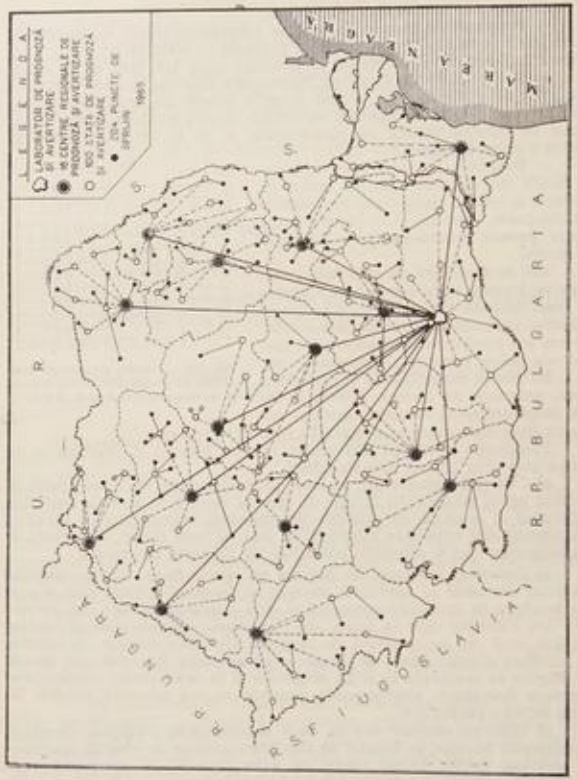
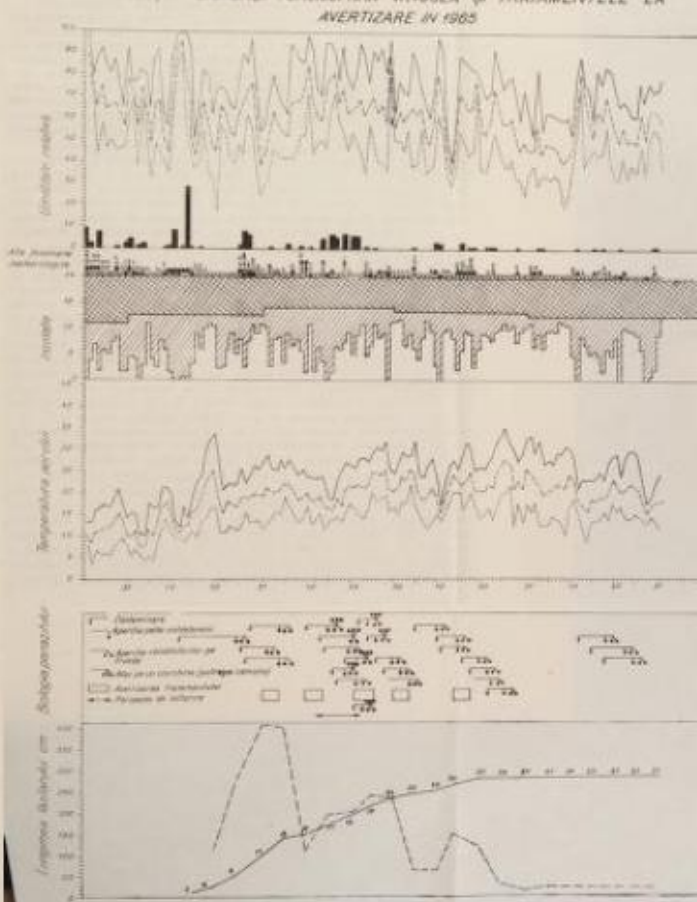
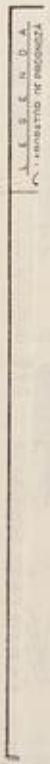


Fig. 101. — Rețeaua de prognoză și avertizare în Romînia în anul 1965.





Avertizarea se poate face numai pe baza unuia din criteriile amintite. Practica a dovedit însă că cele mai bune rezultate se obțin atunci cînd se folosesc în complex criteriile de prognoză.

În România, activitatea de prognoză și avertizare începe o dată cu organizarea de către Tr. Săvulescu în 1927 a primelor stații pentru mana viței de vie. Cercetările multilaterale din ultimii 20—25 de ani asupra multor dăunători și boli a dat putința stabilirii unor metodici complexe de prognoză și avertizare pentru principalele boli și dăunători, astfel că începînd din 1963 s-a creat posibilitatea înființării unei rețele unice de prognoză și avertizare pe toată țara cu o organizare metodologică și organizatorică centrală și cu o rețea vastă de centre regionale, stații și puncte de prognoză și avertizare amplasate pe tot teritoriul țării (fig. 101).

Cunoscînd metodele pentru studierea evoluției anuale a agenților patogeni și a dăunătorilor, criteriile pentru observarea fazelor fenologice, precum și constantele termice, hidrice, fotoperiodice etc., care se urmăresc cu ajutorul stațiilor meteorologice din fiecare stație de avertizare, specialiștii se ghidează în acțiunile de protecție a plantelor după grafice operative de prognoză și avertizare, alcătuite în dinamică, specifice pentru fiecare dăunător sau agent patogen (fig. 102).

Practica aplicării tratamentelor pe bază de prognoză și avertizare a dus la acumularea de date deosebit de importante pentru dezvoltarea în perspectivă a acestor metode. Astfel s-a constatat că în zonele cu orografie frămîntată condițiile de mediu variază mult și în funcție de acestea sînt variații substanțiale atît în evoluția agenților patogeni, cît și a plantelor-gazdă. Din analiza datelor concrete s-a constatat că avertizarea tratamentelor în funcție de condițiile de microclimat, pe microzone este de o mare importanță. Acest criteriu a stat la baza încercării de a se crea o aparatură înregistratoare, prin care să se determine principalele condiții climatice de care depind infecțiile și evoluția proceselor de parazitism. În prezent există multe tipuri de aparate înregistratoare pentru temperatură (t°) și higroscopicitatea relativă a aerului (H %).

Sînt puține realizări însă în ceea ce privește stabilirea *duratei de umectare* a organelor susceptibile la infecții, element indispensabil pentru un însemnat număr de ciuperci fitopatogene, ai căror spori nu germinează și deci nu produc infecții decît în prezența picăturii de apă.

Müller (1959) și apoi Zislavsky (1961) fac o analiză a încercărilor de a se construi aparate pentru determinarea persistenței picăturilor de apă din rouă și ploaie pe plante. Müller relatează despre realizarea lui Wallin J. R. și Polhemus din 1954, care au construit un aparat pentru înregistrat roua, al cărui element activ a fost o membrană din intestine de oaie. Prin udare și uscare, dimensiunile membranei se modifică, fapt ce pune în mișcare un sistem de pîrghii, care, la rîndul lor, acționează un sistem de înregistrare grafică. Apa-

ratul este prezentat ca foarte sensibil, intrînd în acțiune după 5 min de la căderea rouei.

Taylor (1956) a construit un aparat bazat pe principiul înscrierii cu un creion chimic pe sticlă mată. Discul de sticlă mată este învîrtit de un mecanism de ceasornic, iar timpul cît există rouă pe acest disc

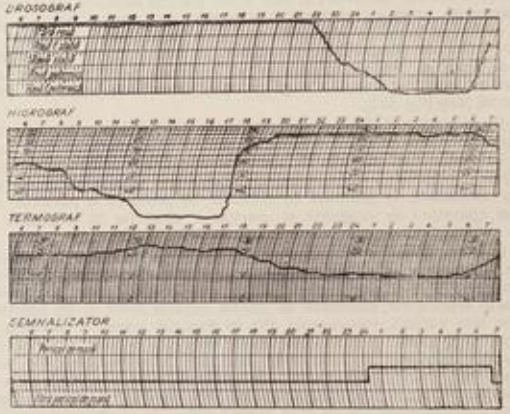


Fig. 103. — Diagrama mildiografului RC—5, la Stațiunea Odobești în anul 1965.

se înscrie prin creion, care nu lasă urme decît atunci cînd este umed. Mai tîrziu Theis și Calponzos (1957) au îmbunătățit principiul Taylor asociindu-l cu un termohigrograf, fiecare aparat făcînd înregistrări separate. Schnelle (1959) a descris un procedeu pentru înregistrarea picăturilor de apă din ploaie sau rouă, înlocuind la higrograf firele de păr cu o șuviță din fibre de cînepă. Lembke (1959) descrie de asemenea același procedeu cu fibre de cînepă spre a-l folosi la determinarea timpului optim de aplicare a tratamentelor împotriva rapănului la măr, produs de ciuperca *Venturia inaequalis*.

Zislavsky (1961) descrie un aparat nou de înregistrat roua, bazat pe principiul electric. La acest aparat, o lamelă din material plastic sau sticlă servește ca element de captare a apei din rouă sau ploaie.

Lamela este înfășurată la distanțe mici cu fire de cupru, fiecare fir învecinat fiind de alt pol electric. Cînd intervin picături pe lamă, apa face contact între cele două fire învecinate (practic între cei doi poli) și are loc un scurt circuit, acesta este transmis prin amplificare la un înregistrator, care folosește hîrtie fotosensibilă.

Fig. 104. — Mildiograf RC—5.

Rafailă (1964, 1966), printr-o serie de încercări, folosește principiul înlocuirii firului de păr de la higrograf cu o fibră de *Hybiscus cannabinus* (chenaf) și realizează un drosograf cu sensibilitate sporită. Incluzînd acest drosograf în complexul de angrenaje al unui termohigrograf, se realizează pentru prima dată un aparat la care prin adăugarea unui circuit electric s-au putut sincroniza în timp valori înregistrate de fiecare angrenaj (t°, H%, și rouă), iar prin reglări adecvate la specificul unor agenți patogeni se realizează o semnalizare automată a momentului cînd cele trei condiții pentru infecție sînt prezente (fig. 103). Aparatul descris a fost încercat inițial la mana viței de vie și a fost denumit *Mildiograf RC* (fig. 104). Mildiograful se folosește cu rezultate bune la avertizarea tratamentelor împotriva manei la vița de vie, a rapănului merelor și perelor, a manei cartofului, a manei tutunului, a pătării roșii a frunzelor de prun etc.

În prezent, activitatea de prognoză și avertizare constituie în România o problemă tehnică-științifică de mare importanță, fapt pentru care rețeaua de stații și puncte se extinde an de an.

Combaterea bolilor la plante (Fitoiatria)

Din punct de vedere economic, fitopatologia este una dintre ramurile protecției plantelor, care urmărește să prevină sau să reducă pagubele aduse culturilor de către agenții fitopatogeni. Neglijată mult timp, această ramură a început să fie un obiect de cercetare care atacă problemele practice din mai multe puncte de vedere.

Primele date privind combaterea bolilor plantelor se găsesc cu 2 000 de ani î.e.n. în India, unde se indică metode de combatere a gărgărițelor în hambare. Mai tîrziu, în anul 384 î.e.n. Aristotel recomandă sulful ca fumigen.

De la această dată, primele indicații ne apar abia în anul 1761, cînd Schultess, la Zürich, indică sulfatul de cupru 1,5% pentru tratarea cerealelor; apoi în 1784 a fost pus în comerț primul produs fitofarmaceutic, care conținea, probabil, arsen și era denumit „pulbere pentru vegetale", fiind destinat tratării semințelor; în 1803, în Anglia se aplică un amestec de var și sulf pentru combaterea bolilor la pomii fructiferi. În ce privește aplicarea metodelor agrotehnice și mecanice, în 1805 apare în Germania prima ordonanță care impune distrugerea tufelor de *Berberis vulgaris* în vederea combaterii ruginii negre a cerealelor.

Adevărata epocă a combaterii chimice a bolilor începe din anul 1807, cînd elveţianul Prévost arată că prin tratarea semințelor cu săruri cuprice se poate combate mălura. În 1812, în Spania, în baza unei legi fundamentale, este înființată protecția plantelor sub denumirea de „Protecția culturilor agricole". Herberts în Anglia, în 1824, arată influența sulfului în combaterea făinării la piersic.

Descoperirea de către Millardet, în 1885, a zemei bordeleze și a acțiunii acesteia asupra manei la vița de vie devine epocală. Această descoperire este urmată în 1888 de recunoașterea de către Fullant a puterii fungicide a formalinei; în 1889 se cunoaște amestecul de fungicide cu insecticide, iar în 1897 firma „Holder" în Germania începe să construiască aparate de stropit.

După această dată, se sintetizează noi fungicide, iar producția lor înregistrează o creștere remarcabilă. Cea mai mare dezvoltare în sintetizarea și fabricarea fungicidelor a avut loc însă în timpul și după cel de-al doilea război mondial.

Totalitatea mijloacelor curative și preventive folosite în lupta împotriva agenților fitopatogeni, pentru menținerea producției agricole, poartă numele de *fitoiatrie*, iar măsurile care se iau poartă denumirea generală de măsuri *fitosanitare*.

Lupta împotriva dăunătorilor și a agenților fitopatogeni care produc bolile la plante se duce printr-un complex de măsuri, care se clasifică astfel:

— *măsuri agrofitotehnice* sau de *igiena plantelor*;
— *măsuri fizico-mecanice* (fizioterapia);
— *măsuri chimice* (chimioterapia);
— *măsuri biologice* (bioterapia);
— *măsuri legislative* sau de *carantină fitosanitară*;
— *măsuri de prognoză și avertizare*.

Aplicarea măsurilor de protecție a plantelor se face pe mai multe căi, numite *metode*. Pentru aplicarea unei măsuri de combatere pot exista una sau mai multe metode, cum este aplicarea produselor fitofarmaceutice prin prăfuiri, stropiri, ceață toxică ș.a., și se pot folosi mai multe mijloace, care cuprind totalitatea utilajelor, a mașinilor, a produselor fitofarmaceutice ș.a. folsite în fitoiatrie.

Măsurile de combatere a agenților fitopatogeni pot fi: *preventive* (profilactice) și *curative*.

Măsurile preventive se iau atunci cînd planta sau cultura respectivă care face obiectul acestei măsuri nu este încă atacată și se aplică prin următoarele căi:

— distrugerea agentului fitopatogen înainte ca acesta să producă vreo acțiune asupra plantei-gazdă, în care scop se folosesc produsele fitofarmaceutice, operație denumită *chimioprofilaxie*;

— punerea agentului fitopatogen în imposibilitate de a ataca planta, fără ca acesta să fie distrus.

Măsurile preventive sînt cele mai indicate, cunoscute fiind faptul că este mai ușor a preveni decît a combate.

Măsurile curative se aplică atunci cînd se stabilește existența agentului fitopatogen pe plante sau în cultură, urmărindu-se distrugerea lui directă sau îndepărtarea lui.

O diviziune netă între măsurile preventive și cele curative nu se poate realiza în practică, unele măsuri urmărind eficacitatea în ambele cazuri, altele numai în unul din ele.

Aspectele măsurilor preventive și curative în linii mari se diferențiază astfel:

— măsurile preventive se pot aplica întotdeauna sau aproape întotdeauna, în timp ce măsurile curative sînt mai greu de aplicat și se adresează unui grup restrîns de agenți fitopatogeni;

— măsurile preventive obișnuit, au un caracter general și nespecific, în timp ce măsurile curative sînt specifice;

— măsurile preventive au valoare universală în limita unei colectivități, în timp ce măsurile curative se aplică pe scară mai restrînsă.

Intervențiile care se fac în combaterea agenților fitopatogeni, sînt de următoarele tipuri :

— *intervenții indirecte* (asupra mediului înconjurător), care cuprind totalitatea măsurilor agrotehnice, printre care : semănatul, asolamentul, alegerea terenului, sistemul de lucrare a terenului, igiena culturii ;

— *intervenții asupra plantei gazdă*, care constau în ameliorarea genetică a soiurilor pentru obținerea de plante rezistente la atacul agenților fitopatogeni, aplicarea lucrărilor culturale, a îngrășămintelor, a microelementelor și a amendamentelor etc. ;

— *intervenții asupra agentului fitopatogen*, care pot fi directe și indirecte.

MĂSURI AGROFITOTEHNICE

Măsurile agrofitotehnice sînt cele mai vechi și în același timp cele mai eficace în ce privește prevenirea bolilor la plante, fiind cunoscute sub denumirile de *măsuri culturale* sau *măsuri de igiena plantelor*.

Ca mijloc de luptă împotriva agenților fitopatogeni, aceste măsuri acționează prin modificarea condițiilor de mediu înconjurător pentru a face nefavorabilă dezvoltarea agenților fitopatogeni, prin mărirea rezistenței plantelor ca urmare a aplicării de măsuri agrotehnice corespunzătoare, precum și direct asupra agenților fitopatogeni, împiedicînd dezvoltarea acestora.

Printre măsurile agrofitotehnice mai importante se pot enumera :

— sistemele de lucrare a solului, alegerea terenului, asolamentul, aplicarea îngrășămintelor, recoltarea, selecționarea și cultivarea de soiuri rezistente, igiena culturilor.

Sistemele de lucrare a solului

O influență deosebită asupra frecvenței și intensității atacurilor produse de diferiți agenți fitopatogeni o au sistemele de lucrare a solului, care, prin modificarea factorilor edifici, pot crea condiții nefavorabile dezvoltării agenților fitopatogeni.

Diferitele lucrări agrotehnice, ca : *dezmiriștirea, arătura adîncă, ogorul negru, drenarea terenului, irigarea solului, întreținerea culturilor, condițiile fizico-mecanice* și de *aerare a solului* precum și *regimul hidric* și de *reacție a acestuia*, contribuie la distrugerea agenților fitopatogeni.

Alegerea terenului

Sînt cazuri cînd înmulțirea unor agenți fitopatogeni este legată de un anumit teren. În același timp, terenul, ținînd seama de cerințele fiecărei plante, face ca acestea să se dezvolte viguros și să reziste la atacurile a numeroși agenți fitopatogeni și al unor boli fiziologice.

Asolamentul

Din punct de vedere fitopatologic, rotația culturilor este necesară pentru înlăturarea unor boli.

Dacă în practica agricolă propriu-zisă mai pot fi discuții asupra necesității asolamentului, pentru protecția plantelor asolamentul este necesar atît timp cît agentul fitopatogen nu a fost eliminat complet de pe terenul respectiv, atît timp cît nu au fost create condiții de înfometare și de distrugere a lui și cît timp planta-gazdă nu este rezistentă la atacul acestuia.

Monocultura și asolamentele pe termen scurt duc la crearea de focare ale agenților fitopatogeni.

În rotația culturilor trebuie să se țină seama ca pe aceeași solă să nu revină plante care au boli comune cu plantele premergătoare.

Aplicarea îngrășămintelor chimice

Aplicarea îngrășămintelor chimice, care are ca scop mărirea producției, are indirect și o acțiune fitosanitară, contribuind la dezvoltarea mai viguroasă a plantelor, la mărirea rezistenței acestora la atacul agenților fitopatogeni.

Recoltarea

În afară de preîntîmpinarea scăderii producției, recoltarea la timp și în bune condiții ajută indirect în combaterea unor boli la plante. Astfel, prin recoltarea la timp a păioaselor se evită scuturarea boabelor și, ca urmare, se evită și samulastra, focar de permanentizare a agenților fitopatogeni și a dăunătorilor.

Selecționarea și cultivarea de soiuri rezistente

Pentru multe boli ale plantelor, introducerea de soiuri rezistente este singurul mijloc radical de combatere.

Prin lucrările de ameliorare și selecție au fost obținute soiuri rezistente la unul sau doi agenți fitopatogeni. În lupta împotriva bolilor la plantele cultivate se recomandă ca, pe măsura creării soiurilor rezistente, acestea să fie introduse în cultură, deoarece este un mijloc de combatere dintre cele mai economice.

Igiena culturală

În complexul de măsuri privitoare la protecția plantelor, igiena culturală are un rol de seamă și trebuie privită cu toată atenția și aplicată cu toată regularitatea.

Distrugerea prin ardere sau îngropare a fructelor bolnave, a frunzelor căzute, a ramurilor atacate și a altor resturi de plante bolnave, curățirea răzoarelor, a haturilor etc. sînt lucrări economice, care ușurează mult și reduc costul la celelalte lucrări de combatere.

Aplicarea măsurilor de igienă culturală se extinde și asupra folosirii gunoiului de grajd, a composturilor, a apei de irigație, care poate fi infectată de agenți fitopatogeni, a dezinfectării uneltelor și a utilajului folosit etc.

Pe lîngă măsurile agrofitotehnice arătate mai sus, un rol deosebit îl joacă alegerea seminței, semănatul și modul de semănat, care deși nu pot fi caracterizate ca măsuri, au o importanță deosebită în fitopatologie.

MĂSURI FIZICO-MECANICE

Măsurile fizico-mecanice au o aplicare mai restrînsă în combaterea bolilor la plante. Dintre acestea deosebim căldura, lumina, diferitele radiații.

Căldura (termoterapia)

Ca mijloc de combatere, căldura este folosită la dezinfectarea solului, la tratarea semințelor, la distrugerea plantelor atacate.

Dezinfectarea termică a terenului. Dezinfectarea terenului prin mijloace termice dă rezultate bune în combaterea ciupercilor de sol termosensibile, a bacteriilor ș.a.

Rezultatele obținute depind de rezistența la căldură a agenților fitopatogeni, de umiditatea din sol, de structura fizico-chimică a solului, de durata aplicării tratamentului.

În dezinfectarea termică a terenului sînt folosite mai multe metode :

— *Sterilizarea prin căldură uscată în plin cîmp* este o metodă fără mari posibilități de aplicare. În această categorie poate intra vechea practică de ardere a mirиștilor după recoltare. Cu această lucrare se distrug mari cantități de spori, de agenți fitopatogeni și în special cei de uredinee și ustilaginee, semințe de buruieni, dăunători ș.a.

— *Sterilizarea prin căldură uscată a solului din seră* este o metodă simplă și ușor de pus în practică, folosită pentru dezinfectarea cantităților mici de pămînt necesar răsadnițelor.

Sterilizarea se face la 80—150°C prin încălzirea pămîntului pe foi de tablă.

— *Sterilizarea prin căldură umedă* se folosește pentru dezinfectarea ghivecelor, a utilajelor mici, care se introduc timp de 1—10 minute în apă clocotită la 98°C. Pentru suprafețele mici de răsadnițe se poate aplica opărirea solului prin turnarea de apă clocotită pe solul afînat pînă la 30 cm adîncime, în cantitate de 10 l/1 m².

— *Sterilizarea prin aburi* este o metodă care se aplică pentru cantități mici de pămînt, folosind utilaje speciale sau direct în sol la locul definitiv.

În cantități mici, solul se introduce în autoclave sau în cazane improvizate și se încălzește la 96°C timp de 3 ore.

Pentru solul la loc definitiv, sterilizarea se face cu aburi la presiune, operație care necesită un generator de aburi, (poate fi o locomobilă).

Pentru suprafețe mari sau cantități mari de pămînt se folosește metoda lăzilor, a furcilor cu aburi, a grătarelor cu aburi ș.a.

Lăzile pentru sterilizat sînt construite din tablă galvanizată. Ele se aranjează în serie și trebuie să pătrundă în pămînt cel puțin pînă la 10 cm adîncime (fig. 105). Aburii la o presiune de 7—8 atmosfere, produși de generator, sînt aduși în lăzi printr-un dispozitiv rezistent.

Greblele și furcile sau pieptenii sînt confecționați din țevi metalice așezate paralel, închise la un capăt și prevăzute din loc în loc cu orificii prin care ies aburii. Furcile sau greblele de aburit se îngroapă în pămînt la 30 cm adîncime și se lasă ca aburii să circule în sol 30—60 de minute, în care timp temperatura să nu scadă sub 96°C.

Grătarul de sterilizat (fig. 106) constă dintr-o rețea de tuburi de formă rectangulară, în care sînt inserate cu dispoziție în pătrat niște injectoare dispuse vertical, prevăzute cu un orificiu la vîrf pentru ieșirea aburilor. Distanța dintre injectoare este de 12—20 cm, iar lungimea de 30—40 cm.

Sterilizarea prin aburi se poate realiza și cu ajutorul tuburilor de pămînt ars îngropate și montate în canale de ciment, aranjate paralel la 30—40 cm unul de altul și la o adîncime de 25—30 cm în sol.

Tuburile sînt legate de generatorul de aburi printr-un tub de racord care trebuie să pătrundă 2—3 m în canale. La tubul de racord se găsesc dispozitive pentru conducerea aburilor după volumul generatorului.

O metodă ușor de aplicat este *metoda Thomas*, care folosește tuburi flexibile de pînză poroasă așezate deasupra terenului la distanța de o

Fig. 105. — **Lada de sterilizat în serie** (după Goidănich).

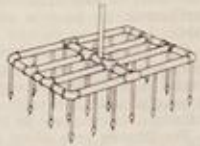


Fig. 106. — Grătarul de sterilizat (după Goidănich).

jumătate de metru unul de altul. Ele pot avea lungimea egală cu a terenului de tratat, iar la un capăt sînt legate de generatorul de abur. Suprafața terenului este acoperită apoi cu o mușama sau cu o foaie de material plastic, după care se introduc aburii sub presiune. Este necesar ca aceștia să pătrundă în sol pînă la o adîncime de 30 cm și ca cel puțin 30 de minute terenul să fie încălzit la 80°C.

O bună dezinfecție termică a solului se obține prin folosirea plugului de aburire montat pe tractor, care, cu ajutorul unor injectoare sub formă de dinți introduc aburii în sol.

Considerații generale asupra dezinfectării termice a solului. Timpul termic mortal (temperatura necesară și timpul de expunere) variază de la un agent fitopatogen la altul (tabelul nr. 3).

La tratarea pe cale termică a solului, în special cînd se folosește metoda aburirii, trebuie să se țină seama de faptul că, în afară de agenții fitopatogeni, sînt distruse și o serie de microorganisme folositoare din sol. De aceea, plantarea unui sol tratat nu se face decît după 15 zile, în care timp o parte din aceste microorganisme se refac.

După tratarea termică trebuie avut în vedere faptul că în teren se face o acumulare rapidă de azotat de amoniu, care este fitotoxic, datorită distrugerii bacteriilor nitrificante, nu însă și a celor amoniacale. Acest lucru se întîmplă mai des în terenurile cu un mare procent

Tabelul nr. 3

Pragul termic mortal pentru diferiți agenți fitopatogeni

Agentul fitopatogen	t°	Minute
Streptomyces scabies	54	10
Cladosporium fulvum	70	1
Fusarium lycopersici	65	10
Plasmodiophora brassicae	60	30
Pythium de baryanum	65	10
Rhizoctonia solani	51	60
Botrytis cinerea	54	10
Bacteriile fitopatogene	70	10
Virusuri în general	65—100	30
Semințe de buruieni	54	10
Diverse ciuperci fitopatogene nemenționate	60	10

de humus și în cele cărora li s-au aplicat îngrășăminte organice înainte de sterilizare.

De asemenea, se observă o creștere a cantității de mangan solubil, care poate deveni fitotoxic. Această creștere este datorată distrugerii bacteriilor oxidante, care fixează manganul în teren.

În terenurile insuficient aerate sau umede se pot forma acumulări de nitriți, substanțe fitotoxice care influențează creșterea plantelor. Pentru evitarea acestor fenomene, nu trebuie prelungit timpul de încălzire.

Căldura acționează mult mai bine dacă solul este uscat, afînat și bine fărîmițat. Un sol care nu este uscat cere un spor de 20—50% căldură și deci un plus de combustibil.

Solurile grele, avînd o capacitate mai mare de umezeală, cer o cantitate mai mare de căldură. De aceea aceste soluri trebuie să fie bine uscate cînd se sterilizează.

Deși foarte eficace, metoda dezinfectării solului cu aburi este mai greu de aplicat.

Dezinfectarea termică a semințelor. Metoda de tratare pe cale termică a semințelor a fost rezolvată științific încă din anul 1888 de către Jensen, care a preconizat pentru prima dată combaterea prin căldură a tăciunelui zburător la cereale. Se cunosc următoarele metode de tratare termică a semințelor :

— *metoda prin cufundare fără aparat special* prin care semințele sînt puse în saci, care se introduc timp de 3—4 ore în apă la temperatura camerei, se trec pentru un minut la temperatura de 150°C, pentru 10 minute în alt recipient cu apa încălzită la 54°C și apoi în apă rece. Trecerea dintr-un recipient în altul se face repede, iar temperatura trebuie să fie controlată tot timpul.

La tratarea semințelor de legume prin această metodă, temperatura variază puțin, însă timpul de expunere este diferit de la o specie la alta (tabelul nr. 4).

Tabelul nr. 4

Tratarea termică cu apă caldă a unor semințe

Cultura	Agentul fitopatogen de combătut	Temperatura (în grade C)	Timpul de expunere (în minute)
Varză	*Phoma lingam*	50	20
Varză și conopidă	*Alternaria*	50	15
Pătlăgele roșii	*Corynebacterium michiganense Alternaria*	50	25
Pătlăgele vinete	*Phomopsis*	50	25
Ceapă	*Peronospora parasitica Alternaria*	50	25
Țelină	*Septoria apii*	48	30
Mazăre	*Ascochita pisi*	50	16
Floarea-soarelui	*Sclerotinia sclerotiorum*	58—60	10

După aplicarea tratamentului, semințele se usucă, însă nu la soare. Deoarece semințele tratate astfel pierd uneori din puterea de germinație, este necesar să se facă proba de germinație pentru a se mări cantitatea de semințe la semănat ;

— *metoda Appel-Gasner*, care necesită o instalație specială, în care apa încălzită la 52°C trece timp de 10 minute sub forma unui curent continuu peste semințele care au stat 3 ore în apă la 30°C. În prezent această metodă este puțin folosită ;

— *metoda Juck* care constă în ținerea semințelor timp de 3,5 ore într-o soluție de 0,5% bicarbonat de sodiu încălzită la 45°C. Această metodă este mai ușor de aplicat, deoarece sînt necesare un singur timp și o singură temperatură, iar eficacitatea tratamentului s-a dovedit bună la semințele de orz ;

— *metoda îmbăierii în apă caldă cu adaos de fungicide* care se aplică în combaterea tăciunelui zburător al orzului, constă în introducerea timp de 2 ore într-o soluție de 0,075—0,1% de fungicid organo-mercuric la temperatura de 45°C. În cazul unui atac puternic de tăciune, expunerea durează 2,5 ore ;

— *metoda tratării prin apă fierbinte (metoda Schmidt-Ende)* care necesită o instalație specială (fig. 107), sămînța de orz fiind încălzită și apoi umezită într-un spațiu în care se face vid pînă la 200 mm coloană de mercur. Această încălzire se face cu raze infraroșii și durează 60 de minute, în care timp se ajunge la o temperatură de 55—60°C. Tratamentul propriu-zis mai durează încă 60 de minute, timp în care sămînța se ține la aceeași temperatură. Urmează apoi uscarea semințel la cald și la rece, operație care durează 60—90 de minute, după procentul de umiditate al semințel ;

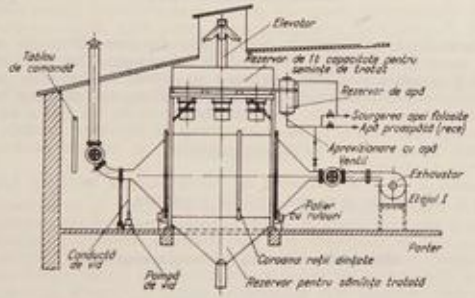


Fig. 107. — Schema instalației Schmidt-Ende, pentru tratat semințe (după Klinkowski).

— *metoda tratării prin căldură uscată*, metodă prin care s-a încercat să se înlăture neajunsurile pricinuite de folosirea apei. Sămînța de orz infectată de tăciunele îmbrăcat și de tăciunele zburător este introdusă în spații închise cu temperaturi uscate de 48—56°C timp de 5—6 ore. Această metodă aerotermică de tratare necesită instalații de mare specialitate, cu instalații de ventilație foarte bune, care să asigure evitarea încingerii orzului, și cu instalații mecanice, care să asigure circulația semințelor în interiorul camerii de tratare.

Lumina (helioterapia)

Lumina soarelui se folosește în dezinfectarea semințelor de fasole, bumbac, iarbă de Sudan, împotriva unor bacterii fitopatogene, ca : *Xanthomonas faseoli, Xanthomonas malvacearum, Pseudomonas holci*, sau a unor ciuperci parazite, cum e *Glomerella lindemuthiana* la fasole.

În multe cazuri, unele bacterii și ciuperci fitopatogene încetează atacul dacă planta respectivă este expusă razelor solare.

Prin expunerea la soare a tuberculilor de cartof după recoltare are loc clorofilizarea acestora, care îi face mai rezistenți față de atacurile produse de putregaiuri.

Radiațiile (radioterapia)

Combaterea unor boli la plante prin folosirea diferitelor radiații este în momentul de față o problemă de interes științific, fără perspective în practică. Cercetările efectuate au arătat că tumorile produse de *Agrobacterium tumefaciens*, supuse radiațiilor, sînt distruse iar cele tinere oprite din dezvoltare. Experiențele făcute de R i v e r a au arătat că, la o anumită doză și la un anumit timp de expunere, celulele tumorilor sînt influențate și oprite din evoluție, iar celulele sănătoase nu suferă nici o influență.

Razele β și γ au influență nu numai asupra celulelor tumorilor pe care le distrug, dar și asupra celulelor sănătoase.

Mijloacele mecanice (chirurgia vegetală)

Plantelor vivace, arborilor sau arbuștilor care în unele cazuri conservă an de an în scoarță agentul patogen sub formă de miceliu sau spori, li se aplică unele operații, care constau în :

— extirparea ramurilor uscate ca urmare a atacului agenților fitopatogeni, dăunătorilor sau cauzelor fiziologice ;

— extirparea tumorilor, a cancerelor deschise (șancre), a necrozelor, a paraziților voluminoși *(Polyporaceae)*, a unor plante parazite (viscul) și a oricărui țesut atacat sau care are nevoie de a fi curățat.

Curățirea scorburilor. Datorită tăierilor greșit aplicate la pomi, se formează scorburi, care trebuie tratate prin curățirea pereților interiori pînă la țesutul sănătos, după care apoi interiorul se umple cu un mortar preparat din nisip, ciment, pietriș.

Curățirea trunchiurilor. Îndepărtarea mușchilor, a lichenilor, a scoarței decojite, care constituie adevărate adăposturi pentru numeroși dăunători sau spori de ciuperci, este o operație care se execută în timpul repausului vegetativ. După terminarea curățirii trunchiurilor, acestea se spală prin stropire cu o soluție de sulfat de fier 4% sau cu o zeamă albastră (soluție de sulfat de cupru 3%). În cazul unui atac redus de mușchi și licheni, curățirea trunchiului se face prin stropirea cu soluție de DNOC sau DNBF. Resturile rămase de la această operație se ard.

Decuscutarea. Este operația prin care se separă semințele de cuscută din semințele de lucernă, trifoi, in, prin metoda electromagnetică.

Distrugerea plantelor bolnave și a gazdelor intermediare. Este o operație care se aplică plantelor puternic infectate și are ca scop oprirea extinderii unei invazii prin sacrificarea sistematică a indivizilor bolnavi.

Distrugerea plantelor bolnave se face în cazurile cînd nu se cunosc mijloace preventive sau curative de combatere sau cînd din cauza atacului avansat, aplicarea combaterii nu este economică.

Distrugerea plantelor care servesc de gazde intermediare este tot o măsură mecanică, însă poate fi considerată și ca o măsură agrotehnică. Se aplică în cazul ciupercilor heteroice, care în ciclul de evoluție necesită două plante-gazdă.

Așa este cazul distrugerii arbustului *Berberis vulgaris*, care este gazdă intermediară în evoluția ciupercii *Puccinia graminis*.

Electricitatea

Întocmai ca și alte surse de căldură, electricitatea poate fi folosită la sterilizarea solului prin încălzire directă, încălzire indirectă și aburire.

Încălzirea indirectă a solului sau prin imersiune se face în instalații speciale de forma unor cutii, în care se introduce pămîntul de sterilizat. Încălzitoarele sînt construite pe principiul întrebuințat la încălzirea electrică pentru uz casnic. Rezistențele sînt introduse într-un tub de material refractar, care se încălzește foarte bine.

Încălzirea directă a solului prin electricitate se bazează pe principiul trecerii curentului direct prin sol printr-o placă metalică sau electrod. Solul trebuie să fie umed, deoarece curentul nu va trece printr-un sol uscat.

Pămîntul de sterilizat se introduce în cutii în care apoi sînt înfipți electrozi în poziție verticală sau orizontală.

Sterilizarea electrică cu abur este o metodă indirectă, constînd în producerea aburului prin încălzirea electrică a apei.

O altă metodă folosită în S.U.A. constă în sterilizarea solului prin folosirea unui cuptor electric.

MĂSURI CHIMICE

Măsurile chimice în fitopatologie se aplică prin folosirea produselor fungicide (*fungus* — ciupercă, *caedo* — omor) sau anticriptogamice.

Fungicidele fac parte, alături de insecticide, acaricide, raticide, erbicide ș.a., din marele grup al produselor fitofarmaceutice.

După modul de acțiune al acestor produse, deosebim: acțiune *fungicidă* sau *bactericidă*, cînd acestea acționează direct asupra agenților fitopatogeni pe care îi distrug; *fungistatică* sau *bacteriostatică*, cînd oprește dezvoltarea acestora, și *antisporulentă* sau *genostatică*, cînd acțiunea este îndreptată numai asupra organelor de răspîndire, împiedicînd multiplicarea acestora, însă nu și dezvoltarea ciupercilor.

Această clasificare este teoretică, deoarece practic se trece gradat de la o acțiune la alta.

Acțiunea fungicidelor poate fi *profilactică* sau *preventivă* și *terapeutică* sau *curativă*. După modul de acțiune, deosebim fungicide *exoterapice* și *endoterapice* sau *sistemice*.

Fungicidele pot fi *de contact*, cînd în momentul aplicării influențează direct asupra agentului fitopatogen, și *de protecție*, cînd au acțiune indirectă, în timp.

După modul de prezentare, fungicidele pot fi *pulberi de prăfuit*, *pulberi muiabile* sau *umectabile*, *concentrate emulsionabile* și se aplică fie direct, prin prăfuiri, fie sub formă de emulsii și suspensii, prin stropiri, pulverizări, îmbăieri ș.a.

Puterea criptogamică intrinsecă a preparatului depinde de următoarele caracteristici:

— *puterea de acoperire a obiectului tratat și muiabilitatea*, caracteristică ce depinde de densitatea și distribuirea uniformă a particulelor și de acoperirea plantelor tratate cu substanța activă. În cazul unei muiabilități reduse este necesară o cantitate mare de zeamă de stropit, iar o muiabilitate prea ridicată nu este oportună, deoarece depozitul de substanță activă este foarte redus;

— *puterea de adezivitate și remanență*, caracteristică ce depinde de depozitarea inițială și de reziduurile fungicidelor pe suprafața obiectului tratat. Reziduul fungicidelor este substanța care rămîne pe suprafața tratată după ce agenții atmosferici au intervenit și au degradat fungicidul respectiv.

Adezivitatea este influențată de: natura suprafeței obiectului de tratat, suprafețele netede pierzînd mai ușor picăturile zemei de stropit; frecarea frunzelor între ele ca urmare a acțiunii vîntului; creșterea organelor plantelor care sînt neacoperite de produsele fungicide; apa ploilor care acționează prin erodare și dizolvare;

— *proprietatea de suspensibilitate și emulsionare* caracterizată prin rămînerea mult timp a particulelor fungicide în lichidul în care sînt dispersate. Problema este mai importantă la produsele emulsionabile care nu se amestecă direct cu apa, în care caz este nevoie de intervenția unei a treia substanțe, emulgătorul, și de natura căruia depinde mult produsul de emulsionat.

Fungicidele anorganice

Sulful și compușii sulfului (S):

Sulful este considerat ca primul produs fungicid care a fost folosit în protecția plantelor.

Deși s-au dat o serie de explicații, nu se cunoaște pînă în prezent în ce constă acțiunea sulfului asupra agenților fitopatogeni.

Cercetările mai recente au arătat că nu produșii de descompunere ai sulfului, ci sulful ca atare este cel care acționează. Asupra modului de acțiune se presupune că sulful ar pătrunde în celulă fie dizolvat coloidal prin faza apoasă a membranei, fie pe baza liposolubilității lui.

Sulful este insolubil în apă, puțin solubil în alcool etilic, în eter etilic și în produse petroliere și solubil în benzen și toluen. Are o bună stabilitate chimică și există sub mai multe stări alotropice.

Puterea fungicidă este aproape nulă la temperaturile sub 20°C și crește progresiv între 20 și 40°C, reducîndu-se atunci cînd umiditatea crește. Activitatea sulfului este optimă pe timp cald și uscat, iar temperatura ridicată determină o mărire a tensiunii vaporilor de sulf, care ușurează migrarea particulelor, producînd așa-numita „acțiune de la distanță".

Acțiunea sulfului este legată și de gradul de finețe al acestuia, eficacitatea depinzînd de dimensiunea și numărul particulelor care acoperă obiectul tratat. Finețea este reprezentată prin grade Chancel, și constă în evaluarea volumului ocupat de o suspensiune de 5 g pulbere în eter etilic după cinci minute de repaus, volumul suspensiei fiind raportat la 100. Ca finețe, un sulf bun trebuie să aibă cel puțin 70—80° Chancel.

Sulful elementar (S) este condiționat sub formă de sulf pulbere de prăfuit, sulf umectabil (pulberi muiabile) și sulf coloidal.

Sulful elementar este compatibil cu toate produsele fungicide și insecticide, cu excepția uleiurilor și a fenolilor, nu este toxic pentru om și animale și are unele proprietăți insecticide și acaricide.

Sulful sublimat (floare de sulf) sau sulful rafinat a fost prima formă de sulf utilizată ca fungicid agricol. Preparatele pe bază de sulf sublimat au o finețe de 70—80° Chancel. Are reacție acidă din cauza urmelor de H_2SO_4 pe care le conține, din care cauză este fitotoxic.

Sulful măcinat (triturat) rezultă din măcinarea în mori cu ciocane sau de alte tipuri a sulfului topit; particulele au diametrul de 5—25 de microni, sînt colțuroase, au o adezivitate superioară sulfului sublimat; conține numai urme de H_2SO_4; este sulful folosit curent pentru tratamentele prin prăfuire.

Sulful ventilat este un sulf ale cărui particule au o finețe de 80—90° Chancel și un diametru de 3—4 microni. Se obține prin ventilare în timpul măcinării, cînd particulele foarte fine sînt separate

și are o aderență mare fiind mai activ decît sulful măcinat; este mult folosit în practică, avînd o eficacitate analogă cu cea a sulfului pur.

Sulful activat este un sulf obținut prin amestecul sulfului cu negru de fum; avînd o culoare mai închisă, este mai ușor încălzit de razele soarelui.

Sulful precipitat este obținut din soluții apoase de sulfuri sau polisulfuri rezultate ca produse secundare în industria chimică. Prin măcinarea sulfului precipitat se obține o pulbere fină, cu dimensiunea particulelor sub 0,1 microni.

Sulful negru este rezultat din gazul de iluminat prin îndepărtarea hidrogenului sulfurat. Este un preparat care conține sulf în proporție de 40%.

Sulful umectabil (sulf muiabil) este un sulf obișnuit, ventilat, care se poate dispersa în apă ca urmare a adăugirii de substanțe muiante și adezive. Astfel se obține un sulf care se amestecă ușor în apă, unde formează o suspensie în care substanța activă este constituită din particulele fine.

Concentrația în sulf a acestor preparate este de 80—90% după tipul de produs fabricat, iar diametrul particulelor este cuprins între 10 și 60 de microni.

Acțiunea sulfului umectabil depinde de puritatea sulfului și de finețea particulelor. Dozele de aplicare variază între 750 și 400 g la 100 l de apă.

Sulful micronizat este un sulf umectabil, cu particule foarte fine, sub 10 microni diametru, dintre care 60—80% au dimensiunile sub 2 microni. Concentrația în sulf ca substanță activă este de 80—95%. Datorită particulelor foarte fine, sulful micronizat are o eficacitate superioară, acțiunea particulelor de sulf fiind direct proporțională cu reducerea diametrului acestora.

Dozele de aplicare variază între 650 și 200 g la 100 l de apă, în funcție de agentul de combătut și faza de vegetație în care se aplică.

Sulful coloidal este un sulf obținut prin diferite procedee chimice, printre care și prin acțiunea unor acizi diluați sau a unei soluții de hiposulfit. Are granule extrem de fine, în jur de un micron în diametru, iar starea coloidală se menține prin adăugarea unor coloizi protectori, cum sînt gelatina, uleiul ș.a. Conține între 50 și 80% substanță activă. Este condiționat sub formă de pastă, pulbere umectabilă sau soluție coloidală concentrată. Datorită fineței particulelor, este forma cea mai activă a sulfului folosit în fitiatrie. Doza de folosire variază, după necesitatea de aplicare, între 400 și 200 g la 100 l de apă.

Polisulfurile sînt produse fitofarmaceutice cu acțiune fungicidă și uneori insecticidă, la a căror acțiune concură atît sulful și acidul sulfuric, cît și oxigenul și anhidrida carbonică din atmosferă.

Polisulfura de calciu (zeama sulfocalcică), cunoscută din 1803, a fost generalizată în practică după anul 1880.

Polisulfura de calciu este un fungicid obținut prin fierberea unui amestec de hidroxid de calciu și sulf, de preferat ventilat.

Reacția principală de formare a zemei sulfocalcice este următoarea: $3\,Ca(OH)_2 + 12\,S = 2\,CaS_5 + CaS_2O_3 + 3\,H_2O$, care conduce la formarea de pentasulfură și tiosulfat de calciu.

O zeamă sulfocalcică preparată în cele mai bune condiții trebuie să aibă o densitate de 28—32° Bé, care ar corespunde la o proporție de 80% sulf sub formă de sulfuri și de pentasulfuri de calciu și 20% sulf sub formă de tiosulfat de calciu.

Tehnica preparării zemei sulfocalcice variază după rețete cunoscute, amestecul obișnuit fiind de: o parte var nestins, două părți de sulf și 10 părți de apă. Diversele formule variază numai prin cantitatea de apă, rămînînd invariabilă proporția de var nestins și sulf [1].

Zeama sulfocalcică are o reacție ușor alcalină. Se aplică atît în timpul repausului vegetativ, cît și în cursul vegetației. În cursul vegetației, se aplică în proporție de 2 l la 98 l de apă sau 0,30° Bé; primăvara, înainte de pornirea vegetației, 10 l la 90 l de apă sau 0,40° Bé, iar în cursul repausului vegetativ, 25 l la 75 l de apă sau 8° Bé.

Este un produs fitotoxic, de aceea se aplică cu prudență. Calculul diluției unei zemi sulfocalcice se poate face după următoarea formulă: ZC : ZF = 100 × X, în care: ZC = zeama concentrată; ZF = zeama de folosit, X concentrația de folosit.

Astfel, pentru o concentrație de 32° Bé la un tratament de iarnă 8° Bé, concentrația va fi următoarea: $\frac{32}{8} = \frac{100}{X} \Rightarrow 800 : 32 = 25$.

În afară de proprietăți fungicide, are și proprietăți insecticide în combaterea coccidelor și a acarienilor.

Zeama sulfocalcică nu este compatibilă cu alte produse fitofarmaceutice.

Polisulfura de bariu este un produs de preparare industrială care, față de polisulfura de calciu, are avantajul că se prezintă sub formă de pulbere, ușor de transportat și de conservat. Are o fitotoxicitate redusă, putînd fi aplicată și la unele specii de plante mai sensibile, cum sînt piersicul s.a., și poate fi compatibilă cu unele produse fitofarmaceutice. Se aplică în concentrație de 5—6% în tratamentele de iarnă și de 0,5—1% în tratamentele de vară. Are și proprietăți insecticide.

[1] În țara noastră se folosește următoarea formulă (ICAR): se amestecă 1,5 kg de oxid de calciu nestins cu 2,8 kg sulf mărunțit. Amestecul se stinge în 3 l de apă fierbinte într-un vas smălțuit de 12—15 l capacitate. Se amestecă pînă se obține o pastă, peste care se toarnă 7—8 l de apă fierbinte. Se fierbe continuu sub agitare 45 de minute, în care timp zeama trece de la culoarea galbenă la cea portocalie, iar apoi la cea roșie ca sîngele. În timpul fierberii se adaugă apă fierbinte pentru a se menține același volum. Zeama se utilizează imediat sau se păstrează la întuneric și la rece în sticle bine astupate.

Cuprul și compușii cuprului

Cuprul este cunoscut ca fungicid încă din anul 1807.

Deși fitofarmacia modernă are numeroase preparate la dispoziție, cuprul deține încă un loc de frunte.

În fitiatrie, cuprul se folosește numai sub formă de compuși, care au o puternică acțiune fungicidă. Sînt practic netoxici pentru mamifere; sînt însă fitotoxici, producînd o inhibare a vegetației. Acțiunea fungicidă constă în împiedicarea germinării conidiilor și în distrugerea zoosporilor.

Compușii cuprului acționează ca fungicide sub următoarele forme:

— ioni cupricі (zeamă bordeleză, oxid cupros ș.a.);

— cupru legat coordinativ și pus în libertate sub formă de ioni prin mijlocirea sporului vegetativ fitopatogen (carbonat și sulfat bazic de cupru).

Sulfatul de cupru ($CuSO_4 + H_2O$) se prezintă sub formă de cristale de culoare albastră, solubile în apă; reacția soluției este acidă. Este folosit în tratamente de iarnă (zemuri albastre) în concentrație de 2—4% și ca erbicid. Aplicat în soluție, este fitotoxic.

Zeama bordeleză este o soluție de sulfat de cupru neutralizată cu o cantitate egală sau redusă la jumătate de var sau de patru ori mai mare de pastă de var.

Conform formulei clasice, soluția de sulfat de cupru se adaugă lent într-o suspensie de hidroxid de calciu. După observațiile recente, această ordine nu are importanță practică și, indiferent de modul de preparare și de concentrația folosită, trebuie urmărită neutralizarea completă a zemei, adică absența cuprului solubil. Prezența cuprului solubil este pusă în evidență prin adăugarea într-o probă de zeamă a cîtorva picături dintr-o soluție de 10% ferocianură de potasiu. În cazul prezenței cuprului solubil se obține un precipitat cazeinos de culoare roșie-brună.

Acțiunea zemii bordeleze depinde de concentrația în sulfat de cupru și var și de modul de amestec.

Cînd varul este în cantitate insuficientă pentru a neutraliza sulfatul de cupru, dar suficient pentru a determina o alcalinitate slabă și remanentă, se obține o zeamă neutră, proporția între hidratul de calciu și var fiind de 0,35 : 1. Cînd cantitatea de hidrat de calciu este sub limitele necesare unei slabe neutralizări, se obține o zeamă acidă. Zemurile acide și neutre au o remanență redusă, însă o acțiune rapidă. Aceste zemuri au și un grad de fitotoxicitate. Cînd raportul dintre hidratul de calciu și sulfatul de cupru este de 0,5—0,6 : 1, se obține o zeamă alcalină, care are o remanență mai mare, cu suficiente calități fungicide. Cercetările recente arată că pentru practică metoda corespunzătoare este aceea care indică adăugarea unui component concentrat peste altul mai diluat.

După modul de amestec al soluției de sulfat de cupru cu suspensia de hidrat de calciu variază și suspensibilitatea zemii. La o zeamă preparată prin adăugarea soluției de sulfat de cupru peste suspensia de hidrat de calciu, precipitarea este mai lentă față de prepararea inversă, unde precipitarea se face într-un ritm mai rapid.

Concentrația aplicată în practică variază între 0,5 și 1%, după agentul fitopatogen de combătut și stadiul de vegetație al plantei tratate. Obișnuit, în zeama bordeleză se adaugă un muiant sau un muiant și un adeziv.

Zeama de Burgundia este o zeamă similară zemii bordeleze, la prepararea căreia, varul este înlocuit cu carbonatul de sodiu, care se adaugă în proporție de 1,20 : 1.

Oxidul cupros (Cu_2O), *cuprul roșu* este o pulbere umectabilă de culoare galbenă sau roșie, care conține 40—50% substanță activă și se aplică sub formă de suspensii, în concentrație de 2,5% în special în tratarea semințelor.

Oxiclorura de cupru ($3CuO.CuCl_2.3H_2O$), *cupru verde*, în practică se găsește sub formă de oxiclorură de cupru și de calciu ($3CuO.CaCl_2.4H_2O$) sau de oxiclorură tetracuprică ($3CuO.CuCl_2.3H_2O$). Se pare că oxiclorura de cupru și de calciu este mai puțin stabilă; este o pulbere umectabilă, cu 50% substanță activă, de culoare albastră-verde; are o adezivitate mai redusă decît zeama bordeleză; se aplică la fel ca zeama bordeleză, folosindu-se o concentrație de 0,5%; are o fitotoxicitate mai redusă și se prepară mai simplu, nefiind nevoie de neutralizare.

Carbonatul bazic de cupru ($Cu(OH)_2CuCO_3$) este o pulbere de culoare verde, folosită în tratarea semințelor de cereale împotriva mălurii. Are o acțiune mai redusă decît sulfatul de cupru și formalina, însă este mai puțin fitotoxic. Se folosește în doze de 250 g/100 kg de semințe.

Compuși organo-mercurici

Formula compușilor organo-mercurici folosiți în agricultură este: R — Hg — X, în care R este un radical aril sau alchil, iar X un radical acid, sau R — Hg — R_1, în care R_1 conține azot.

Se folosesc în special pentru tratarea semințelor de cereale, legume, plante tehnice, pomi fructiferi, pentru combaterea a numeroase boli care se transmit prin semințe sau din sol, pentru dezinfectarea solului și pentru combaterea rapănului la măr. Sînt produse puternic fitotoxice și toxice puternice pentru mamifere (DL 50 pentru șobolan este de 8 mg/kg). Au conținut redus în substanță activă. Se aplică sub formă de pulberi în tratarea semințelor sau sub formă de soluții în tratarea semințelor, a solului sau în combaterea rapănului la măr. Se folosesc simple sau în amestec cu un insecticid care poate fi lindan, aldrin,

dieldrin, heptaclor ş.a., pentru a se combate în acelaşi timp şi unii dăunători din sol. Se cunosc în prezent cîteva zeci de combinaţii organomercurice, dintre care cele mai reprezentative sînt arătate în tabelul nr. 5.

Tabelul nr. 4

Principalele tipuri de produse fitofarmaceutice pe bază de compuşi organo-mercurici

Principiul activ	Denumire comercială	Aplicare
Clorura de etil-mercur	Criptodin, Niuif 2 Abavit-Nassbeize	Tratarea seminţelor, a bolilor, a solului
Fosfatul de etil-mercur	Ceresan, Niuif 1	Idem
Silicatul de metoxi-etil-mercur	Ceresan-Trockenbeize, Abavit Neu	Tratarea uscată a seminţelor de cereale
Acetatul de metoxi-etil-mercur	Mercuran	Idem
Cianguanidina de metil-mercur	Panogen	Idem
Hidroxi-clorfenolat de mercur	Uspiden	Tratarea pe cale umedă şi uscată a seminţelor, a bulbilor şi a solului
Hidroxi-dinitrofenolat de mercur şi disulfoamido-naftol	Tillatin	Tratamentul uscat al seminţelor de cereale
Acetatul de fenil-mercur	Merselot, Hostaquik, Verdasan, Germisan	Combaterea rapănului la măr şi tratamentul uscat şi umed al seminţelor
Sarea de mercur de 8 hidroxi-chinoleina	Venturicida	Combaterea rapănului la măr
Orto-hidroxi-fenoxi-benzolat de mercur	Mercutal	Idem
Clorura de fenil-mercur	Merfazin	Idem
Bromura de fenil-mercur	Agronal	Tratarea pe cale uscată a seminţelor
Fenil-mercur-uree	Leytosan	Tratarea pe cale uscată şi umedă a seminţelor

Clorura de etil-mercur (Criptodin) a fost introdusă în practică în 1929 ; se prezintă sub formă de pulbere de culoare albă şi conţine 2—2,5 substanţă activă şi 1,5—1,9% mercur şi se aplică în doza de 1 kg la 1 tonă de seminţe. Se foloseşte şi în amestec cu lindanul (produsul FB 7) ; este un fungicid fabricat de Uzinele chimice Borzeşti.

Clorura de mercur (sublimat corosiv) este o combinaţie minerală a mercurului, cu proprietăţi bactericide şi fungicide. Se foloseşte în concentraţie de 0,1% în tratarea seminţelor de legume şi este puternic toxic pentru mamifere (DL 50 pentru şobolani este de 7 mg/kg).

Compuşi organostanici

Trifenil acetatul de staniu este o pulbere muiabilă cu 40 sau 60% substanţă activă, care se aplică în concentraţie de 0,1—0,3% (0,4—1,2 kg/ha). Este un fungicid specific pentru combaterea cercosporiozei *(Cercospora beticola)* la sfecla de zahăr, a manei *(Phythophtora infestans)* la cartof şi a septoriozei *(Septoria apii)* la ţelină. În afară de acţiunea fungicidă puternică, produce o frumoasă coloraţie a frunzelor. Este fitotoxic ; relativ toxic pentru mamifere (DL 50 pentru şobolani este de 25 mg/kg). Timpul de pauză pentru sfeclă este de 30 de zile, iar pentru ţelină de 21 de zile. Se cunosc amestecuri de produse organo-stanice cu maneb (Nosperal) folosite în combaterea rapănului *(Endostigme inequalis)* la măr. Nu este toxic pentru albine ; are acţiune algicidă.

Compuşi fosforici

Wepsinul (dimetilamida de fosfor-3-feniltriazol), fungicid cu acţiune sistemică, se prezintă sub formă de concentrate emulsionabile şi pulberi muiabile. Se aplică în concentraţie de 0,1% pulbere muiabilă sau 0,25% concentrat emulsionabil. Este un fungicid specific pentru combaterea ciupercilor *Erysiphaceae* şi se aplică în special în combaterea făinărilor la trandafir, cinerarii, begonii şi la alte plante horticole. Din cauza toxicităţii puternice şi a timpului de pauză lung (30 de zile) nu se aplică în alte sectoare. Are o durată de acţiune cuprinsă între 7 şi 14 zile.

Nichelul şi compuşii nichelului

Sulfatul de nichel este un fugicid cu acţiune în combaterea ruginilor la cereale. Se prezintă sub forma unei pulberi albe puţin solubile în apă şi este cunoscut sub denumirea de Dithan S-el. Se foloseşte simplu sau în amestec cu maneb ; este netoxic pentru mamifere (DL 50 pentru şobolani este de 2 780 mg/kg) şi pentru albine.

Alte fungicide anorganice

Permanganatul de potasiu se prezintă sub formă de cristale de culoare violet cu luciu metalic, solubile în apă şi conţine 35% mangan,

25% potasiu combinat și 40% oxigen. Prezintă proprietăți fungicide și antiseptice grație puterii de degradare prin oxidarea țesuturilor organice. Se folosește în tratarea semințelor în concentrație de 0,01% și în combaterea făinărilor la vița de vie și pomii fructiferi.

Fungicidele organice

Fungicidele organice sintetice joacă un rol foarte mare în combaterea bolilor la plante. Aceste preparate, în afară de economia pe care o fac în metale și metaloizi, au și proprietatea de a înlătura unele efecte dăunătoare ale fungicidelor anorganice. Au dezavantajul unei remanențe reduse datorită ușoarei descompuneri de către agenții atmosferici.

Grupa tiocarbamaților

Preparatele din grupa tiocarbamaților conțin săruri ale acizilor dimetil-ditio-carbamic și etilen-bis-ditio-carbamic, constituind în prezent cele mai importante fungicide organice. Prin larga posibilitate de aplicare în viticultură, pomicultură, legumicultură pot înlocui în mare măsură produsele cuprice. Nu sînt toxice pentru mamifere și au o fitotoxicitate redusă. În general se observă că ditiocarbamații au un efect stimulator prin colorația intensă a frunzelor și sporul de recoltă. Față de fungicidele anorganice au o remanență foliară redusă din cauza stabilității chimice mai mici.

Acțiunea fungicidă se datorește inhibării activității enzimatice, ca urmare a formării unor substanțe complexe compuse din enzime și componenți metalici ai produsului.

Vapamul (Metil-sodiu) — *metil-ditio-carbamat de sodiu* — este un produs cu acțiune fungicidă, bactericidă, nematocidă, insecticidă și erbicidă. Se prezintă sub formă lichidă și se folosește ca dezinfectant al solului prin fumigare. Produsul se descompune în sol, formînd izocianatul de metil. Se aplică în doza de 150 cm^3 la 5 l de apă, la o temperatură superioară de +5°C. Este folosit în special în sere, în răsadnițe, la dezinfectarea solului pentru ghivece etc. Ca fungicid are acțiune împotriva ciupercilor de sol, ca: *Olpidium, Fusarium, Rhizoctonia, Streptomyces, Pythium, Sclerotinia* ș.a. După 7 zile de la tratament terenul poate fi folosit. După aplicare, își păstrează acțiunea în sol timp de 4—5 săptămîni. Este puțin toxic pentru mamifere (DL 50 pentru șobolani este de 820 mg/kg).

Ferbamul (Fermate), dimetil-ditio-carbamat de fier, este o pulbere muiabilă, cu 50—70% substanță activă, de culoare neagră; se descompune la căldură și umiditate. Aplicat pe plante, lasă reziduuri negre, remanente. Ca fungicid are acțiune împotriva ciupercilor *Endostigme*

Coccomyces, Peronospora tabacina, Peronospora destuctor, Botrytis tulipae ș.a. Se aplică în concentrație de 0,3—0,4%. Are o fitotoxicitate redusă. Este netoxic pentru mamifere (DL 50 pentru șobolani este de 1 000 mg/kg).

Ziramul — dimetil-ditio-carbamatul de zinc — este o pulbere umectabilă de culoare albă, cu 70—90% substanță activă. Are acțiune preventivă în combaterea bolilor produse de *Colletotrichum lagenarie, Mycosphaerella pinodes, Endostigme inequalis* și *E. pyrina, Phytophtora infestans* ș.a. Are o acțiune mai redusă în combaterea ciupercii *Plasmopara viticola*. Se aplică în concentrație de 0,2%. Este puțin fitotoxic și puțin toxic pentru mamifere (DL 50 pentru șobolani este de 1 400 mg/kg).

Phelamul — dimetil-ditio-carbamat-fenil-mercuric — este o pulbere umectabilă de culoare albă, cu 3% substanță activă și cu miros caracteristic. Are acțiune curativă și preventivă în combaterea ciupercilor *Endostigme inequalis* și *Endostigme pirina*. Se aplică în concentrație de 0,1% în primele tratamente. Este compatibil cu multe insecticide, fitotoxic pentru majoritatea plantelor și toxic pentru mamifere și albine (DL 50 pentru șobolani este de 7 mg/kg).

Nabamul — etilen-bis ditio-carbamatul-disodic — se prezintă sub forma unei soluții apoase concentrate, cu 20% substanță activă. Are eficacitate fungicidă relativ redusă și este fitotoxic. Este puțin toxic pentru mamifere (DL 50 pentru șobolani este de 395 mg/kg).

Manebul — sarea de mangan a acidului etilen-bis-ditio-carbamic — în practică se folosește sub forma de pulbere umectabilă, cu 70—80% substanță activă. Se descompune sub acțiunea umidității și a acizilor. Încălzit, dă derivați care pot exploda sau se pot aprinde. Se aplică, ca și zinebul, în special împotriva următorilor agenți fitopatogeni: *Peronospora tabacina, P. brassicae, P. spinaciae, P. destructor* și alte *Peronosporaceae*. Nu este fitotoxic, cu excepția unor *Cucurbitaceae* și a frunzelor tinere de cireș și vișin. Nu are acțiuni asupra *Erysiphaceaelor*. Dă unele rezultate în tratarea ruginilor cerealelor și în tratarea semințelor de cereale împotriva mălurii, aplicat în doză de 200 g/100 kg de sămînță.

Zinebul — etilen-bis-ditio-carbamat de zinc — este fungicidul ditio-carbamic de cel mai mare interes. Produsul tehnic se prezintă ca o pulbere albă, instabilă la lumină, căldură și umiditate. Se folosește sub formă de pulbere umectabilă cu 50, 65, 85 și 90% substanță activă. Se aplică în concentrație de 0,15—0,25% în funcție de conținutul în substanță activă a produsului folosit, revenind o doză de 1,5—2 kg/ha. Este indicat împotriva a numeroși agenți fitopatogeni. Are acțiune preventivă. Cea mai mare aplicare o are în viticultură în combaterea manei la vița de vie, unde acțiunea zinebului s-a arătat practic superioară sau egală produselor cuprice.

Nefiind fitotoxic, plantele tratate cu zineb se dezvoltă mult mai bine decît cele tratate cu zeamă bordeleză sau cu alte fungicide cuprice, care au o acțiune de inhibare a vegetației. Față de produsele cuprice are

următoarele defecte: remanență redusă în special în anii ploioși; căderea mai timpurie a frunzelor de viță; lipsa de acțiune împotriva ciupercilor *Erysiphaceae*.

În afară de viticultură, zinebul are o largă aplicare și în alte sectoare, în combaterea ciupercilor *Peronospora destructor, Bremia lactucae, Peronospora brassicae, Taphrina deformans, Clasterosporium carpophylium, Endostigme ș.a.*

În combaterea bolilor la pomi și în special a rapănului, activitatea zinebului este mai redusă în comparație cu a produselor cuprice sau a altor produse organice. În toate cazurile are o acțiune preventivă. Cu unele excepții, nu este fitotoxic; nu este toxic pentru albine și pentru mamifere (DL 50 pentru șobolani este de 5 200 mg/kg, iar pentru om probabil 5—15 000 mg/kg). Pentru a se înlătura unele neajunsuri ale zinebului, se prepară produse mixte, în care intră în amestec și sulful muiabil în procent de 30—60%, sau produse cuprice. În urma acestor amestecuri, se obțin produse cu acțiune și împotriva făinărilor, precum și o aderență și remanență mai mare.

Mancozebul — etilen-bis-ditio-carbamat de zinc și mangan — este un fungicid care are aceleași proprietăți cu manebul, însă este mai puțin fitotoxic decît acesta față de unii pomi fructiferi sensibili. Se folosește în special în combaterea bolilor produse de *Plasmopara viticola, Phytophtora infestans, Pseudoperonospora humuli, Endostigme* ș.a. în concentrație de 0,2% sau în doză de 1,5—2 kg/ha; este netoxic pentru albine.

Propinebul (Antracol) — propilen-bis-ditio-carbamat de zinc — față de alte fungicide organice are o acțiune de șoc, o remanență mai mare, o aderență mai bună și rezistență la ploaie. Se aplică preventiv. Este condiționat ca pulbere umectabilă cu 70% substanță activă. Se aplică în concentrație de 0,1—0,3% împotriva următorilor agenți fitopatogeni: *Phythophora infestans, Alternaria, Cladosporium fulvum, Peronospora tabacina, Plasmopara viticola, Botrytis* ș.a. Este puțin toxic pentru mamifere; timpul de pauză recomandat e 7 zile; este netoxic pentru albine.

E T M (Siaprit) — etilen-tiuram-monosulfit — este un fungicid care acționează sub forma monomeră, similar produșilor de descompunere a fungicidelor ditio-carbamice. Față de alte preparate ditiocarbamice are următoarele avantaje: acționează sub formă de vapori, are un efect curativ și un efect stimulator, mărind producția chiar în absența unui atac. Este condiționat sub formă de pulbere umectabilă cu 80% substanță activă și sub formă de pulbere de prăfuit cu 10% substanță activă. Se aplică în concentrație de 0,2% în combaterea ciupercilor *Peronosporaceae* și a altor boli în horticultură. Este netoxic pentru albine și pentru mamifere; nu este fitotoxic.

Etilen-bis-ditio-carbamatul de nichel este un fungicid experimental, cu acțiune specifică în combaterea ruginilor la graminee.

Cuprobamul — bielorura-de-dimetil-ditio-carbamat-bicupric — este un fungicid în care cuprul este legat chimic de un radical organic, formînd un ditio-carbamat complex. Este folosit în tratarea semințelor de cereale sub formă de prăfuiri, iar sub formă de pulbere umectabilă în combaterea cercosporiozei la sfeclă, a septoriozei la țelină ș.a. Concentrația de folosit este de 0,15%; este netoxic pentru mamifere.

N. metil-ditio-carbamat de natriu — fungicid și nematocid — se prezintă sub formă lichidă, cu 45% substanță activă. Este un fungicid de sol, folosit în combaterea ciupercii *Plasmodiophora brassicae*. Se aplică în doza de 1,5 l la 20 l de apă. Terenul tratat poate fi cultivat după 8—10 săptămîni, iar cînd temperatura solului este scăzută, după 4 luni. Este un produs toxic pentru mamifere; fiind fitotoxic, nu se aplică în cursul vegetației.

Milonul (Basamid) — 3,5 dimetil-tetrahidro-1,3,5 hidrazin-2-tiona — este un fungicid cu mecanismul de acțiune asemănător cu al produselor ditio-carbamice, din care cauză este inclus la această clasă. Are și acțiune nematocidă, fiind folosit ca atare și împotriva ciupercilor de sol *Pythium, Rhizoctonia* ș.a. Este condiționat sub formă de pulbere cu 85% substanță activă și se aplică în doza de 50 g/m² de sol în special în sere, în răsadnițe, în pepiniere de pomi și viță de vie. Acționează la temperaturi mai mari de 15°C. Își păstrează acțiunea în sol timp de 2—3 săptămîni, iar terenul respectiv poate fi plantat după 8 zile. Este relativ puțin toxic pentru mamifere (DL 50 pentru șoareci este de 500 mg/kg).

Grupa tiuramilor

Produsele fungicide din grupa tiuramilor sînt înrudite cu ditiocarbamații, de care se deosebesc prin lipsa sărurilor de metal, care sînt înlocuite cu disulfide. Au însă aceleași caracteristici și același mod de acțiune ca și ditiocarbamații.

Tiuramul (TMTD) — tetra-metil-tiuram-disulfit — se prezintă ca un material cristalin, alb, foarte stabil. Este condiționat sub formă de pulbere de prăfuit și pulbere umectabilă. Acțiunea tiuramului ca fungicid este favorabilă și uneori curativă și se aseamănă cu cea a ditiocarbamaților.

Sub formă de pulbere de prăfuit este cunoscut sub numele de *Tiradin 75*; conține 40—50% substanță activă și este folosit în tratarea semințelor de porumb și sorg, în combaterea putregaiurilor din sol al semințelor, în tratarea semințelor de legume, leguminoase pentru boabe, sfecla de zahăr ș.a. Agenții fitopatogeni de combătut și dozele de aplicat variază de la o plantă la alta. Încorporat în sol în doza de 8—10 kg/ha la 3—4 cm adîncime, tiuramul reduce atacul căderii plăntuțelor de sfeclă. La o temperatură a solului peste 24°C este fitotoxic. Pentru un tratament complex, tiuramul este folosit combinat cu diferite insecticide de sol și cu fungicide organo-mercurice.

Sub formă de pulbere umectabilă conține 42 sau 75% substanță activă. Se aplică în concentrație de 0,1—0,4% după tipul de preparat comercial, în combaterea unor agenți fitopatogeni în pomicultură și viticultură ca: *Endostigme, Clasterosporium carpophillum, Taphrina deformans, Plasmopara viticola* ș.a. Nu este fitotoxic. Aplicat în concentrații mai mari (2—3%) pe trunchiul și ramurile pomilor, îndepărtează rozătoarele (iepuri, căprioare, șoareci), fiind un bun repelent. Nu este toxic pentru albine și nici pentru mamifere (DL 50 pentru șoareci este de 865 mg/kg). Timpul de pauză după aplicarea tratamentelor este de 7 zile în pomicultură și 3 zile în legumicultură.

Lutiramul (DPTD) — *di-piroidil-tiuram-disulfit* — este un fungicid mai puțin răspîndit. Se prezintă sub formă de pulbere umectabilă cu 70% substanță activă și se aplică în concentrație de 0,3—0,4% în combaterea ciupercilor *Plasmopara viticola, Pseudopeziza tracheiphila, Botrytis cinerea* ș.a. Nu este compatibil cu produsele cuprice și insecticidele de iarnă și nu este fitotoxic; este netoxic pentru mamifere și albine. Timpul de pauză este de 7 zile pentru legume.

Poliramul (PETD) — *poli-etilen-tiuram-disulfit* — fungicid cu răspîndire redusă, este o pulbere umectabilă cu 90% substanță activă, care se aplică în concentrație de 0,1—0,2% în combaterea ciupercilor *Plasmopara viticola, Endostigme, Phytophthora* ș.a. Nu este fitotoxic; nu este compatibil cu produsele fitofarmaceutice alcaline; este netoxic pentru albine și mamifere. Timpul de pauză 7 zile pentru pomii fructiferi și 3 zile pentru legume.

Metiramul de zinc (Metil-tiuram) este o pulbere umectabilă de culoare galbenă cu 50% substanță activă. Practic este un amestec de metiram cu zineb (Polyram combi). Are eficacitate egală cu cea a zemii bordeleze în combaterea ciupercilor *Plasmopara viticola, Endostigme, Phytophthora infestans*, cînd este aplicat în concentrație de 0,2—0,25%. În concentrație de 0,2%, are acțiune împotriva ciupercilor *Uredineae*, parazite pe plantele ornamentale și legume. Nu are acțiune împotriva făinărilor și nu este fitotoxic. Se aplică și în combaterea algelor din orezării ș.a. Nu este toxic pentru mamifere și pești.

Carbatenul, — disulfura de polietilen-bis-tiuram și *monosulfura de polietilen-bis-tiuram* — este un fungicid rezultat din amestecul celor două substanțe în proporție de 80 : 20. Este condiționat sub formă de pulbere muiabilă cu 75% substanță activă și are proprietăți asemănătoare tiuramului. Se aplică în combaterea rapănului în concentrație de 0,2% și în tratarea semințelor de cereale împotriva mălurii (*Tilletia*). Nu este fitotoxic; are toxicitate redusă pentru mamifere.

Grupa nitroderivaților

Produsele fungicide cuprinse în grupa nitroderivaților sînt folosite în tratarea semințelor și dezinfectarea solului.

Tetraclornitrobenzenul este o pulbere de prăfuit cu 3 și 5% substanță activă. Se aplică în combaterea ciupercii *Fusarium oxisporum* la tuberculii de cartof și pentru împiedicarea încolțirii acestora.

Triclordinitrobenzenul (Brassian) este o pulbere de prăfuit cu 20% substanță activă. Fiind fungicid de sol, se aplică în doză de 50 g/m² în combaterea ciupercii *Plasmodiophora brassicae*. Are toxicitate redusă pentru mamifere.

Triclortrinitrobenzenul (Bulbosan) se prezintă sub formă de pulbere de prăfuit cu 7,5% substanță activă. Fiind fungicid de sol, se aplică în combaterea ciupercilor *Cladosporium fulvum* și *Cladosporium cucumerinum* în doză de 1 kg/300 m². Este puțin toxic pentru mamifere.

Pentaclornitrobenzenul (B rassicol) este un fungicid de sol condiționat ca pulbere de prăfuit 40% substanță activă, pulbere umectabilă 75% substanță activă și concentrat emulsionabil. Se aplică prin introducerea în sol în doze variabile de la 7—40 g/m² sau 300—400 g/m³ (pulbere de prăfuit) pentru combaterea ciupercilor din genurile *Sclerotinia, Pythium, Rhizoctonia, Plasmodiophora, Streptomyces* ș.a. În doza de 60 g la 100 kg se aplică prin prăfuiri în combaterea mucegaiurilor legumelor depozitate pentru păstrare (fungicidul KP_2). Are toxicitate redusă pentru om.

Rodanitele săruri ale acidului tiocianic sînt cunoscute sub denumirile de *dinitro-fenil-tiocianat, tiociano-dinitro-benzen, rodan dinitrobenzen, dinitro-fenil-rodanit*. Fungicidele din acest subgrup sînt condiționate sub formă de pulberi umectabile cu 20—45% substanță activă și pulberi de prăfuit cu 0,5—1% substanță activă. Se aplică în combaterea ciupercii *Endostigme inequalis* la măr, în concentrație de 0,09% substanță activă înainte de înflorit și 0,07% după înflorit. În combaterea altor boli, rezultatele sînt mai slabe în comparație cu ale altor fungicide. Se recomandă în amestec cu produsele cuprice. Este puțin fitotoxic și netoxic pentru mamifere și pentru albine.

Grupa ftalmidelor

Captanul — N triclor-metil-tiotetrahidro-ftalmida — fungicid cu acțiune împotriva a numeroși agenți fitopatogeni. Produsul tehnic e o pulbere amorfă, galbenă, cu miros neplăcut. Este condiționat sub formă de pulberi umectabile cu 50% substanță activă pentru tratamente în cursul vegetației și cu 83% pentru tratarea semințelor. Are acțiune fungicidă preventivă și o remanență redusă de 10—21 de zile, fiind ușor descompus de agenții atmosferici. Se aplică în concentrație de 0,2—0,3% în combaterea bolilor produse de *Endostigme, Monilinia, Botrytis cinerea, Alternaria, Phytophtora, Plasmopara viticola* ș.a.

Deoarece inhibă dezvoltarea microorganismelor care produc vinificația, în ultimele tratamente din vii se aplică în amestec cu produse cuprice.

Nu are acțiune împotriva *uredineelor* și *erisifaceelor*. Se aplică în concentrație de 0,15% cu 6—7 zile înainte de recoltarea unor pomi fructiferi în vederea conservării fructelor supuse degradării în timpul transportului și al depozitării. Se folosește, de asemenea, pentru tratarea semințelor de porumb, leguminoase, sfeclă de zahăr, legume, în combaterea ciupercilor care produc putregaiul semințelor în sol. Doza de folosire este de 200—300 g/100 kg semințe sau 0,7—0,9 kg/ha. Nu este fitotoxic, în acest sens, fiind superior produselor cuprice; are acțiune favorabilă asupra vegetației, frunzele plantelor tratate devenind mai colorate. Se recomandă aplicarea captanului după grindină, deoarece favorizează vindecarea rănilor. Nu este toxic pentru albine. Se poate aplica în timpul înfloritului; este netoxic pentru mamifere (DL 50 pentru șobolani este de 15 000 mg/kg). Timpul de pauză recomandat este de 3 zile.

Folpetul (Faltanul) N — triclor-etil-tio-tioftalimida — ca structură chimică și ca acțiune biologică este asemănător captanului. Este condiționat ca pulbere umectabilă cu 50% substanță activă și ca pulbere de prăfuit cu 5 și 10% substanță activă. Are acțiune superioară captanului în combaterea ciupercii *Plasmopara viticola* și a altor ciuperci *Peronosporaceae* precum și a putregaiului cenușiu *(Botrytis)*. Se aplică în concentrație de 0,1—0,3% sau sub formă de pulbere de prăfuit în doză de 20—30 kg/ha. Nu are acțiune împotriva ciupercilor *Erysiphaceae*. Nu este fitotoxic; de asemenea nu este toxic pentru albine și nici pentru mamifere (DL 50 pentru șobolani este de 15 000 mg/kg).

Grupa derivaților chinonici

Pentru tratarea semințelor se folosesc și unele produse fungicide polivalente, cuprinse în grupa derivaților chinonici.

Cloranilul (Spergon) — tetraclor-n-benzochinon — a fost primul fungicid organic, nemetalic, aplicat în tratarea semințelor. Nu are eficacitate ca fungicid foliar, fiind instabil la lumină și se aplică fie ca atare, cu 96% substanță activă, fie condiționat sub formă de pulbere de prăfuit sau umectabilă cu 5% substanță activă. Se aplică în doza de 60 g la 100 kg cereale (grîu, porumb, ovăz ș.a.) și 100—500 g la 100 kg pe cale umedă și 150—800 g la 100 kg pe cale uscată la semințele de legume (salată, andive, mazăre, pepeni, castraveți, dovlecei, fasole, spanac, morcov ș.a.). Este netoxic pentru mamifere (DL 50 pentru șobolani este de 4 000 mg/kg).

Diclonul (Phygon) — diclor-naftochinona — este o pulbere cristalină fără miros, stabilă la acțiunea luminii, a căldurii și a acizilor. Este condiționat sub formă de pulbere umectabilă cu 50% substanță activă și pulbere de prăfuit cu 4% substanță activă. Are acțiune fungicidă superioară cloranilului. Se aplică atît în cursul vegetației, cît și la tratarea semințelor.

În tratarea semințelor se aplică în doze de 20—30 g la 100 kg pentru cereale, 50—125 g la 100 kg pentru legume, 80 g la 100 kg pentru sfecla de zahăr. Ca fungicid foliar este aplicat în concentrație de 0,03—0,06% în pomicultură pentru combaterea bolilor produse de ciupercile *Endostigme, Clasterosporium, Monilinia* ș.a., în legumicultură împotriva ciupercii *Septoria lycopersici*, în culturile de cartof împotriva ciupercilor *Alternaria solani* și *Phytophtora infestans* ș.a. Nu este fitotoxic; este puțin toxic pentru mamifere (DL 50 pentru șobolani este de 1 300 mg/kg). În contact cu pielea poate provoca leziuni în caz de transpirație și căldură.

COBH — benzoil-hidrazona-benzochinoxine — este un fungicid specific pentru tratarea semințelor, condiționat sub formă de pulbere de prăfuit cu 10% substanță activă pentru tratarea uscată și pulbere umectabilă cu 50% substanță activă, pentru tratarea umedă. Se aplică numai în tratarea semințelor de porumb și de leguminoase, simplu sau combinat cu acetatul de fenil mercur; este toxic pentru mamifere (DL 50 pentru șobolani este de 100 mg/kg).

Grupa derivaților chinoleinici

Chinoleina este o benzopiridină provenită din uleiuri de gudron.

Hidroxi-chinolinatul de cupru (oxichinoleat de cupru), fungicid de sinteză, mineral, este condiționat sub formă de pulbere muiabilă cu 20% substanță activă, pulbere de prăfuit cu 15% substanță activă și pastă cu 6% substanță activă. Sub forma de pulbere muiabilă în concentrație de 0,06% se aplică în pomicultură în combaterea ciupercilor aparținînd genurilor: *Taphrina, Ascospora, Septoria, Endostigme* ș.a.; sub formă de pulbere de prăfuit se aplică în tratarea semințelor pentru combaterea ciupercilor: *Tilletia, Fusarium, Septoria*, la grîu (20 g/100 kg), *Phoma* și *Cercosporu* la sfecla de zahăr (80 g/100 kg); *Phoma* și *Alternaria* la in (30 g/100 kg) ș.a. În tratarea semințelor se aplică și în amestec cu numeroase insecticide de sol. Sub formă de pastă se aplică pe răni la pomi; nu este fitotoxic; este puțin toxic pentru om și animale.

Sulfatul de oxichinoleină este o pulbere de prăfuit, aplicată în combaterea ciupercii *Botrytis cinerea* în floricultură. Fiind fungicid cu acțiune sistemică, se poate aplica și prin tratarea butașilor prin absorbție. Este ușor suportat de plante; nu este fitotoxic; de asemenea nu este toxic pentru mamifere.

Chinosolul (Criptonul) — sulfatul-de-8-hidroxi-chinoleina — este un fungicid de sol, cu unele însușiri sistemice. Se aplică în doză de 6 g/kg pămînt în combaterea unor ciuperci de sol cum sînt *Pythium, Fusarium, Rhizoctonia* ș.a., în terenurile în care se cultivă legume, plante ornamentale ș.a. În cîmp are eficacitate în combaterea fusariozelor la

cereale și a ciupercii *Urocystis cepulae* ș.a. Se aplică înainte sau după răsărirea plantelor. Nu este fitotoxic; este netoxic pentru mamifere (DL 50 pentru șobolan este de 10 000 mg/kg).

Grupa crotonaților

O grupă chinonică foarte asemănătoare și vecină cu cea a derivaților benzenului este cea a crotonaților, care cuprinde fungicide cu acțiune specifică în combaterea ciupercilor *Erysiphaceae*.

Dinocapul (Karatan) — *crotonatul-de-4,6-dinitro-2-(1 metil-heptil)-fenil* — ca produs tehnic este un lichid de culoare brună. În practică este condiționat sub formă de pulbere umectabilă cu 25% substanță activă, pulbere de prăfuit cu 1% și concentrat emulsionabil cu 48%. În comparație cu sulful acționează și la temperaturile scăzute. Are o acțiune curativă mai pronunțată, nu este fitotoxic chiar la temperaturi mai ridicate și nu are acțiune împotriva altor agenți fitopatogeni. Este compatibil cu cele mai multe produse fungicide; se aplică în viticultură, pomicultură, legumicultură în concentrație de 0,05—0,1%. Este netoxic pentru albine, relativ toxic pentru mamifere (DL 50 pentru șobolanii masculi este de 980 mg/kg; pentru femele de 1 190 mg/kg). Timpul de pauză este de 15 zile.

Grupa glioxalidinelor

Doguadina (Dodine, Ciprex) — *acetatul de do-decil-guanidină* — este un fungicid condiționat sub formă de pulbere umectabilă cu 70—90% substanță activă. Este compatibil cu numeroase fungicide și insecticide; are acțiune specifică în combaterea rapănului la măr și păr și acțiune preventivă și curativă dacă este aplicat în primele 96 de ore de la infecție. Are proprietatea de a pătrunde în frunze. Este fitotoxic pentru cireș și piersic. Se aplică în concentrație de 0,06—0,1% preventiv și 0,15—0,2% curativ. Este puțin toxic pentru om și animale (DL 50 pentru șobolan este de 1 000 mg/kg). Are acțiune iritantă asupra pielii și mucoaselor.

Alte fungicide organice

Binapacrilul (Acricid) — *dinitroalchil-fenil-acrilat* — este un acaricid care are și proprietăți fungicide, cu acțiune specifică în combaterea ciupercilor *Erysiphaceae*. Este condiționat sub formă de pulbere muiabilă și concentrat emulsionabil. Se aplică în concentrație de 0,2%. Nu este fitotoxic; este toxic pentru mamifere (DL 50 pentru șoareci este de 165 mg/kg).

Daconilul (DCA) — *tetraclor-izoftalo-nitril* — este condiționat sub formă de pulbere umectabilă cu 50% substanță activă. Are o remanență mai mare decît fungicidele ditio-carbamice și o rezistență mai mare la ploaie și la lumina solară. Se aplică în concentrație de 0,3—0,5% (3-3,5 kg/ha) în combaterea ciupercilor *Alternaria solani* și *Phytophtora intestans* la cartof și în combaterea ciupercii *Botrytis cinerea* și a ciupercilor *Erysiphaceae*. Nu este fitotoxic; netoxic pentru mamifere (DL 50 pentru șobolani este de 10 000 mg/kg).

Ditianona-ditio-dicarbonitril-antrachinona — este o substanță cristalină condiționată sub formă de pulbere umectabilă cu 75% substanță activă și sub formă de concentrat emulsionabil cu 25%. Se mai cunoaște și în amestec cu oxiclorura de cupru. Se aplică în combaterea manei la vița de vie și a altor agenți fitopatogeni în concentrație de 0,2%. În combaterea rapănului la măr se aplică în concentrație de 0,2%, înainte de înflorire și 0,15% după căderea petalelor. Timpul de pauză este de 21 zile. Nu este fitotoxic; este netoxic pentru mamifere (DL 50 pentru șoareci este de 1 140 mg/kg).

Chinometionatul (Morestan) — *metil-chinoxolin-ditiol-carbonat* — este condiționat sub formă de pulbere umectabilă cu 25% substanță activă și pulbere de prăfuit cu 2% substanță activă. Are acțiune specifică în combaterea ciupercilor *Erysiphaceae*. Se aplică în concentrație de 0,05% în culturile de legume și plante ornamentale și de 0,03% în pomicultură. Sub formă de pulbere de prăfuit se aplică în doza de 30 kg/ha. Are acțiune preventivă în combaterea făinărilor și oarecare acțiune acaricidă. În concentrațiile recomandate nu este fitotoxic. Este netoxic pentru mamifere (DL 50 pentru șobolani este de 2 500 mg/kg).

Hecaclorbenzenul (HCB) este un fungicid aparținînd derivaților benzenului. Condiționat sub formă de pulbere de prăfuit cu 10 și 40% substanță activă, este oxidant și se folosește pentru combaterea speciilor de *Tilletia*, care produc mălura la grîu. Are acțiune specifică numai împotriva acestor ciuperci. Se aplică prin tratarea pe cale uscată a semințelor în doză de 200 g/100 kg de semințe (produs cu 10% substanță activă) și 60 g/100 kg de semințe (produs cu 40% substanță activă), precum și introdus în sol. Nu este fitotoxic; este netoxic pentru om și animale, produce însă iritarea mucoaselor.

Diclofluanida (Euparen) se prezintă sub formă de pulbere umectabilă, care se aplică în concentrație de 0,5-1% în combaterea făinărilor 0,2% în combaterea ciupercii *Botrytis cinerea* și 0,15%, în combaterea ciupercii *Endostigme inequalis*. Are acțiune și asupra altor agenți fitopatogeni. Nu este fitotoxic; este netoxic pentru om și animale.

Dicloranul — *2,6 dicloro-4-nitroanilină* — se prezintă sub formă de cristale galbene. Este condiționat sub formă de pulbere umectabilă cu 50% substanță activă, pentru tratamente în cursul vegetației și pulbere de prăfuit cu 4 și 8% substanță activă ca fungicid de sol. Are acțiune specifică în combaterea ciupercilor aparținînd genurilor *Sclerotinia*, *Botrytis* ș.a. Se aplică în concentrație de 0,2% și în doză de 1,2 kg la

m^3/sol (pulbere 4%). Nu este fitotoxic; este netoxic pentru mamifere (DL 50 pentru șoareci este de 2 500 mg/kg).

Gliodinul — acetatul de 2-heptadicil-2-imidalină — este condiționat sub formă de pulbere umectabilă cu 30% substanță activă. Se aplică în combaterea următorilor agenți fitopatogeni: *Endostigme inequalis, Endostigme pyrina, Ascospora bejerinkii, Cocconyces hyemale* ș.a., în concentrație de 0,1—0,3%. Are toxicitate redusă pentru mamifere (DL 50 pentru șobolan este de 1 340 mg/kg).

Direnul -2,4 diclor-6 (O-clor-anilina)-sim-triazină- este o pulbere cristalină albă, condiționată ca pulbere umectabilă cu 50% substanță activă și pulbere de prăfuit cu 5%. Are acțiune preventivă. Se aplică în concentrație de 0,2–0,3% sau în doză de 0,5–1,5 kg/ha, în combaterea următorilor agenți fitopatogeni: *Plasmopara viticola, Botryotinia fuckeliana, Endostigme imequalis, Endostigme pyrina* ș.a. Este netoxic pentru om și animale.

Aldehida formică (Formaldehida) este unul dintre cele mai vechi fungicide. Este un gaz incolor, cu miros înțepător și cu acțiune iritantă. În producție se întîlnește dizolvat în apă cu 32 și 40% formaldehidă, numit formalină sau formol. Păstrată la rece sau la temperaturi ridicate, formalina se tulbură și dă un precipitat alb, ca urmare a polimerizării formaldehidei și a trecerii ei sub forma de paraformaldehidă. Aceasta este fitotoxică; cînd este în cantitate mică, poate fi trecută sub forma de formaldehidă prin simpla încălzire sau prin adaos a unei soluții de 5% carbonat de sodiu; are acțiune bactericidă și fungicidă. Se aplică în tratarea pe cale umedă a semințelor de legume în concentrație de 1 : 400, în dezinfectarea solului, utilajului etc. în concentrație de 1 : 4; este toxică pentru mamifere.

Triclor nitro metanul (cloropicrina) este un fumigant cu propietăți insecticide, bactericide și fungicide. Lichid volatil neinflamabil, se aplică ca fungicid în dezinfectarea solului și a combaterii rîiei negre a cartofului *(Synchytrium endobioticum)*. Se folosește în doză de 500 g/m^2 prin injectare în sol. Este puternic fitotoxic. Timpul de pauză după aplicarea tratamentului este de un an; este toxic puternic pentru mamifere.

Substanțe auxiliare

În grupa substanțelor auxiliare sînt cuprinse substanțele muiante și adezive folosite la prepararea zemurilor de stropit.

Potrivit definițiilor lui Trapmann, noțiunile de muiant și adeziv sînt total distincte, în sensul că muiantul prin reducerea tensiunii superficiale face posibilă o acoperire mai completă a organelor tratate, însă reduce în general tenacitatea în comparație cu adezivii, care fixează zemurile de stropit și le mărește tenacitatea.

Muianții sînt detergenți folosiți în prepararea zemurilor de stropii, cît și a emulgătorilor necesari în fabricarea concentratelor emulsionabile.

Alchil-aril-sulfonatul de sodiu (Detersin) este un detergent anion activ, solubil în apă, de culoare brună. Se condiționează sub formă de pulberi umectabile cu 20% substanță activă, sub formă de pastă cu 16% și concentrat lichid cu 70%. Se aplică după tipul de produs, în concentrație de 0,1—0,3% în zeama bordeleză și în alte zemuri de stropit. Nu este fitotoxic; este netoxic pentru mamifere.

Alchil-aril-sulfonat de amoniu (Romopal) este un detergent condiționat sub formă de pastă de culoare galbenă, cu 30% substanță activă. Este complet solubil în apă; se aplică în concentrație de 0,3% în zeama bordeleză și alte zemuri de stropit. Nu este fitotoxic; este netoxic pentru mamifere.

Ditertio-butil-naftil-sulfonat de sodiu (Nekal) este un detergent condiționat sub formă de pastă de culoare brună cu 48% substanță activă sau sub formă de pulbere umectabilă de culoare galbenă cu 20% substanță activă. Complet solubil în apă, se aplică în concentrație de 0,3% în zeamă bordeleză și în alte zemuri de stropit. Nu este fitotoxic; nu este toxic pentru mamifere.

Adezivii sînt produse ca: albumina, caseina, zahărul ș.a. care se folosesc în vederea fixării zemurilor de stropit. Se cunosc și adezivi specifici preparați industrial.

Acetatul de polivinil (Aracet) este un adeziv puternic, condiționat sub formă de pastă fluidă albă sau galbenă, care cu timpul se întărește. Se aplică în zeama bordeleză și în alte zemuri de stropit în concentrație de 0,2%. Nu este fitotoxic; nu este toxic pentru mamifere. Combinațiile industriale de acetat de polivinil și aril alchil sulfonat de sodiu, sînt în același timp muianți și adezivi. Se aplică în concentrație de 0,2% în zeamă bordeleză; nu sînt fitotoxice.

Erbicidele[1]

Pentru combaterea buruienilor pe cale chimică precum și a unor buruieni parazite pe plantele cultivate se folosesc erbicidele, substanțe care au acțiune de contact și acțiune sistemică.

Arsenitul de sodiu, insecticid și erbicid, este un produs tehnic, format dintr-un amestec de doi arseniți ($NaAsO_2$ și $N_3As_3O_3$), condiționat sub formă de pastă sau de cristale. Este puternic fitotoxic. În soluție de 2% se aplică în combaterea cuscutei prin tratarea vetrelor. Este toxic puternic pentru mamifere (DL 50 pentru șoareci este de 2 mg/kg).

Alcoolul alilic este un lichid incolor, folosit ca erbicid de sol pentru distrugerea în răsadnițe a semințelor de buruieni. În concen-

[1] Sînt tratate numai erbicidele folosite în combaterea antiophitozelor.

trație de 1-2% în soluție în apă se aplică în combaterea, prin stropire, a buruienii *Orobanche*, parazită pe tomate și tutun. Fiind puternic fitotoxic, se tratează cu el numai plantele de *Orobanche* fără a se atinge planta parazitată; este toxic pentru mamifere (DL 50 pentru șoareci este de 64 mg/kg).

Pentaclor-fenolul (P.C.P.), folosit ca fungicid pentru impregnarea lemnului, se aplică în concentrație de 2% în stropirea vetrelor de cuscută. Este puternic fitotoxic și toxic pentru mamifere (DL pentru șoareci este de 98 mg/kg).

Dinitroortocresolul (DNOC), folosit ca săruri de sodiu condiționate sub formă de pulbere sau de pastă cu 40% substanță activă, este un insecticid și erbicid de contact. Se aplică în tratamentele de iarnă în concentrație de 0,75-1% în combaterea mușchilor și lichenilor. Se aplică în concentrație de 2% în combaterea cuscutei prin tratarea vetrelor și în concentrație de 1% în combaterea buruienii *Orobanche*. Este puternic fitotoxic și toxic puternic pentru mamifere (DL 50 pentru șobolani este de 40 mg/kg).

DNSBF — Dinitro-sec-butil-fenol- este un insecticid cu proprietăți erbicide. Lichid roșu-brun, inflamabil, insolubil în apă, este condiționat sub forma de concentrate emulsionabile și soluții apoase concentrate ale sării de trietanolamină. În tratamentele de iarnă la pomi, în afară de proprietățile insecticide, are și proprietăți erbicide, distrugînd mușchii și lichenii. Se aplică, întocmai ca și DNOC-ul, în concentrație de 2% pentru combaterea cuscutei. Este puternic fitotoxic și toxic pentru mamifere (DL 50 pentru șobolani este de 40 mg/kg).

Esterii fenolici (Aretit) este un erbicid cu acțiune totală, condiționat sub formă de pulbere umectabilă cu 20% substanță activă. Se aplică în combaterea cuscutei, în concentrație de 1%, prin stropirea vetrelor. Este puternic fitotoxic și toxic pentru om și animale.

Diquatul (Reglone) — etilen-1-dipiridilen 2-2 — este un erbicid total cu acțiune de contact și sistemică și puternic fitotoxic. Efectele lui apar în primele 2-3 zile de la aplicarea tratamentului. Pulbere umectabilă cu 40% substanță activă se aplică în concentrație de 1-2% în combaterea cuscutei prin stropirea vetrelor. Este puțin toxic pentru mamifere (DL 50 pentru șobolani este de 440 mg/kg).

Aplicarea produselor fitofarmaceutice

Tratarea semințelor pe cale chimică este metoda care dă cele mai bune rezultate în cazul infecției externe a acestora. În funcție de substanța activă a produsului folosit, de semințele de tratat, de biologia agenților fitopatogeni ș.a., tratarea sau dezinfectarea chimică a semințelor se face prin mai multe metode.

Tratarea uscată (prin prăfuire) constă în acoperirea semințelor cu un văl de pulbere fină, care aderă perfect la suprafața acestora.

Cantitatea maximă de pulbere fungicidă pentru 100 kg de semințe este de 300 g pentru grîu, secară, orz, 400 g pentru ovăz, 600 g pentru sfecla de zahăr, 600 g în medie pentru legume.

Tratarea semințelor pe cale uscată se recomandă a fi aplicată în zonele umede, unde pulberea fungicidă în contact cu umezeala din sol acționează asupra agenților fitopatogeni. Lipsa de umiditate din sol face ca pulberea fungicidă să aibă o activitate redusă sau să rămînă inactivă. Tratarea semințelor pe cale uscată se poate face cu mult timp înainte de semănat.

Tratarea umedă este cel mai vechi tratament cunoscut. Se folosesc soluții sau suspensii fungicide, în care se introduc semințele de tratat. Este o metodă care necesită cantități mari de apă și spațiu pentru uscarea semințelor. Are avantajul unei economii de substanță activă și al unei dezinfectări complete. Tratarea pe cale umedă se recomandă în zonele aride, cu solul uscat în momentul semănatului. Cantitatea de lichid reținută de 100 kg de semințe în 5 minute este de 16 l la grîu, 18 l la orz, 20 l la ovăz.

Tratarea semiumedă este o metodă care are avantajul de a folosi cantități mici de lichid și de a reduce timpul necesar uscării semințelor, mai cu seamă atunci cînd semănatul se face îndată după tratament. Cantitatea de lichid necesară pentru 100 kg de sămînță este de 10 l pentru grîu și secară, 12 l pentru orz și 15 l pentru ovăz. Cînd se folosește ca fungicid formalina, semințele se acoperă cu saci sau prelate pentru sudare timp de o oră.

Tratarea prin umezire se efectuează prin amestecarea directă a produsului fungicid lichid cu sămînță. În acest caz, fungicidul folosit este Panogenul care conține ca substanță activă guanidina de metilmercur. Se aplică în cantități mici de lichid în instalații speciale. Cantitatea indicată pentru tratarea a 100 kg de semințe este de maximum 200 ml la grîu, orz, secară, 300 ml la ovăz, 600 ml la sfeclă de zahăr.

Tratarea prin încrustare (drajare sau *acoperire)* constă în acoperirea semințelor cu o pojghiță de produs fitofarmaceutic. În acest scop semințele se umectează cu 50-100 cm^3 apă la 1 kg semințe și cu 10 cm^3 liant. În fitopatologie, această metodă se aplică în tratarea semințelor de porumb cu TMTD, operație care se face industrial centralizat, folosindu-se 1 kg de fungicid (Tiriadin 75) la 1 tonă de sămînță. Acest înveliș protector ferește sămînța, mai cu seamă în primăverile lungi, de atacul microorganismelor din sol și al dăunătorilor.

Tratarea tuberculilor, a bulbilor, a rizomilor este o operație rezervată practic pentru plantele horticole și pentru tuberculii de cartof în combaterea unor boli criptogamice, produse de *Fusarium*, *Botrytis*, *Penicillium*, *Streptomyces* ș.a. sau a unor bacterii care produc diferite putregaiuri ale bulbilor. Tratamentele se aplică pe cale umedă sau uscată, după produsul utilizat, folosindu-se aceeași tehnică ca la tratarea semințelor.

Dezinfectarea solului pe cale chimică, are de scop distrugerea agenților fitopatogeni, dintre care unii, cum sînt: *Pythium, Rhizoctonia, Thielavia, Fusarium* ș.a., au forme foarte active, sînt polifagi, se adaptează ușor la viața saprofită și sînt dotați cu o mare rezistență față de condițiile de climă nefavorabile și față de lipsa elementelor nutritive.

Dezinfectarea terenului cu produse fungicide se face pe cale umedă, uscată și prin fumigații și este o operație care se aplică cu precădere solului din sere și răsadnițe.

Produsele fitofarmaceutice folosite în combaterea agenților fitopatogeni din sol aparțin aproape tuturor grupurilor de fungicide (tabelul nr. 6).

Tratarea solului pe cale umedă se aplică prin stropirea acestuia cu o soluție sau o suspensie a fungicidului în doza de 10 l/m² pînă la o adîncime de 20 cm, sau 30 l/m³. Soluția sau suspensia se toarnă cu încetul pentru a fi absorbită în întregime de sol.

Tratarea solului pe cale uscată se aplică prin prăfuirea suprafeței solului, după care pulberea fungicidă este încorporată în sol prin săpare pînă la o adîncime de 20 cm sau prin amestecarea pămîntului prin lopătare. Doza folosită la m³ de pămînt este de 10 ori mai mare decît cea aplicată la m².

Tratarea solului prin fumigație se face cu unele preparate nematocide care au și proprietăți fungicide cum sînt:

D.D. — *diclorpropan diclorpropilen*, care are proprietăți fungicide modeste și care se aplică în doză de 200-520 kg/ha prin injectarea în sol a 5 ml produs la o adîncime de 20 cm și la distanța de 30 cm. Fiind puternic fitotoxic, se aplică cu 4-6 săptămîni înainte de însămînțare;

Nemagonul — *2 dibrom-3-clorpropan*- are proprietăți slab fungicide. Se aplică în doză de 46-92 kg/ha prin injectare. Nu este fitotoxic; se poate aplica și în cursul vegetației;

Cloropicrina — triclor nitrometan — se aplică prin injectare în doză de 20-25 kg/ha. Are proprietăți fungicide. Este puternic fitotoxic.

Aplicarea fungicidelor prin prăfuiri

Aplicarea fugicidelor prin prăfuire, din punct de vedere tehnic asigură o mai bună pătrundere a pulberii fungicide în interiorul vegetației foarte stufoasă și o distribuire mai uniformă a particulelor pe suprafața tratată. Are însă dezavantajul unui depozit mai puțin adeziv și mai puțin remanent și al unui consum mai mare de produse fitofarmaceutice.

În complex, acest mod de administrare a produselor fitofarmaceutice este potrivit pentru sulful pulbere, însă nu pare a da rezultate pozitive pentru celelalte produse fungicide.

Tabelul nr. 6

Fungicide folosite pentru dezinfectarea solului

Denumirea chimică	Denumirea comercială	Doza sau concentrația de folosit	Modul de aplicare	Timpul de pauză pînă la semănat
0	1	2	3	4
Aldehidă formică	Formalină 32%	2,5%	Umectarea soluției cu 10 l soluție/m²	10 zile
N-metil-ditio-carbamanat de sodiu	Vapam	150 cm³/m²	Umectarea solului	40 zile
Pentaclor-nitrobenzen	Brassicol	40 g/m²	Prăfuire	8 zile
Diclor-nitrobenzen	—	40 g/m²	„	10 zile
Clor-nitrobenzen	Olpisan	40 g/m²	„	10 zile
Triclor-dinitrobenzen	Brassian	50 g/m²	„	10 zile
Etilen-bis-ditiocarbamat de zinc	Zineb	0,7%	Umectarea solului cu 10 l suspensie la m²	1 zi
Dimetil-tetrahidro—tiodiazin-tiona	Milon (Basamid)	50 g/m²	Prăfuiri	30 zile
N-triclor-metil-tiotetrahidro-Ftalimida	Captan	0,5%	Umectarea solului cu 10 l suspensie la m²	1 zi
Sulfat de cupru	—	3%	Umectarea solului cu 10 l suspensie la m²	14 zile
Derivați fenil mercurici	Germisan N	0,6%	Idem	14 zile
Idem	Germisan T	5 g/m²	Prăfuire	14 zile
Clorură fenil mercurică	—	0,6%	Umectarea solului cu 10 l suspensie la m²	14 zile

Aplicarea fungicidelor prin stropiri

Aplicarea tratamentelor prin stropiri constituie sistemul clasic tradițional de administrare a produselor fungicide, folosind un vector lichid. În complex, tratamentele prin stropiri lasă un depozit mult mai adeziv și mai remanent, fapt care constituie o diferență în sens pozitiv

față de prăfuiri, însă cer cantități mari de lichid, uneori greu de procurat, și o aparatură mai complicată.

Eficacitatea unei zemi de stropit, în afară de concentrația în substanță activă, depinde de adezivitate, de muiabilitate și de modul de aplicare a tratamentului.

O zeamă de stropit poate fi : o *soluție*, cînd fungicidul folosit se dizolvă complet în apă, dînd o zeamă limpede, persistentă, fără depuneri ; o *suspensie*, cînd fungicidul respectiv este dispersat cu apă în particule fine, care au tendința de a depune ; o *emulsie* cînd produsul respectiv este dispersat în picături foarte fine, formînd o zeamă omogenă, lăptoasă, fără sedimente de depunere sau de separare ; o *stare coloidală* cînd particulele de fungicid sînt de dimensiuni foarte mici 1—2 microni, din care cauză suspensia ia aspectul unei soluții numite și pseudosoluție coloidală. Dacă coloizii se găsesc într-un agregat lichid, formează „soli", dacă agentul este apa, formează „hidrosoli", iar dacă sînt într-un agregat solid, constituie „geli".

Adezivitatea. Depozitul de fungicid care rămîne pe obiectul tratat depinde de gradul de afinitate al acestuia și de substanța diluată, adică de complexul substanță diluantă și substanța fungicidă. Viteza de sedimentare a unei suspensii influențează asupra uniformității de distribuire și aderare. Această viteză este în funcție de mărimea particulelor din suspensie și de diferența de densitate dintre particulele dispersate și lichidul în care este făcută dispersarea, precum și de viscozitatea acestuia

Capacitatea reziduului fungicidului de a rezista la agenții atmosferici depinde de obiectul de tratat și de fungicidul folosit. Factorii care influențează remanența și deci adezivitatea unui reziduu sau depozit de substanță toxică sînt următorii :

— calitatea suprafeței obiectului de tratat și a produsului fitofarmaceutic folosit ;

— rezistența la ploi atît în ce privește acțiunea chimică cît și acțiunea mecanică ;

— creșterea organelor tratate care duc la sfărîmarea depozitelor reziduale, precum și reducerea acestora prin frecarea suprafețelor tratate;

— calitatea particulelor, care face ca cele grosiere să fie mai puțin rezistente decît cele fine pseudocoloidale.

Muiabilitatea. Natura suprafeței solide pe care se aplică zeama de stropit și tensiunea superficială a lichidului, care este forța cu care suprafața lichidului tinde a se contracta pentru a da masei de lichid o formă sferică, influențează muiabilitatea.

Puterea de muiabilitate este invers proporțională cu mărimea unghiului format de suprafața picăturii în punctul de contact cu obiectul tratat și planul pe care se găsește picătura (fig. 108). Strict legat de muiabilitate este puterea de acoperire, care este propietatea unei zemi de a acoperi cu o cantitate cît mai mică o suprafață cît mai mare.

Indicele de muiabilitate reprezintă capacitatea fungicidului de a se pune în contact cu obiectul de tratat, iar indicele de acoperire se referă la aspectul fizico-economic, la suprafața obiectului de tratat și la cantitatea de lichid necesară pentru a-l acoperi.

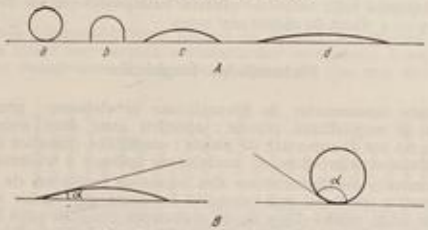


Fig. 108. — Diagrama proprietății de muiabilitate.
A, Diagrama gradului de muiabilitate a unei picături; *a*, nemuiată; *b* și *c*, insuficient muiabilă; *d*, proprietăți de muiabilitate puternice; *B*, Valoarea proprietății de muiabilitate a unui lichid pe o suprafață solidă în funcție de mărimea unghiului de muiabilitate (după Goldănichi).

Legată de muiabilitate este puterea de reținere a zemii de stropit de către plantele tratate. Dacă picăturile de lichid care cad pe suprafața unei plante se sfărîmă în picături mai mici, care tind să reia forma sferică, distribuindu-se astfel subțire într-o lamă (film) subțire, avem un caz de plante care se acoperă ușor sau cu organe care reține ușor zeama de stropit. Dacă, din contra, picătura, căzînd pe suprafața obiectului de tratat, își păstrează forma sferică și caută să cadă prin rostogolire, avem un caz de plante fără putere de reținere. Puterea de reținere se corectează prin adăugarea de muianți și de adezivi.

Aparatura folosită în prezent permite realizarea următoarelor tipuri de stropiri :

— *stropirea normală*, care se realizează prin obținerea de picături cuprinse între 150 și 1 000 de microni, în medie de 300 de microni ;

— *pulverizarea*, care se realizează prin picături cuprinse între 50 și 150 de microni în diametru, în medie de 50 de microni. Prin aplicarea tratamentelor sub forma de stropiri, cu un diametru mediu al picăturii de 300 de microni, dintr-un litru de zeamă de stropit se obțin 708 000 000 de picături, în timp ce din aceeași cantitate la pulverizări se obțin 153 000 000 de picături cu un diametru de 50 de microni.

Pentru acoperirea prin stropire a unui cm^2 sînt necesare 65 de picături cu un diametru mediu de 300 de microni sau de 4 150 de picături cu un diametru mediu de 50 de microni :

— *ceața toxică* (aerosoli), care se realizează prin dispersarea în medii gazoase a particulelor solide sau lichide cu o dimensiune medie de 20—25 de microni (sub 50 de microni).

Rezultatele acțiunii ceții toxice sînt legate de curenții de aer. Obișnuit, la obținerea ceții toxice se preferă substanțele lichide față de cele solide, care au o viteză de cădere mai mare.

Fitotoxicitatea fungicidelor

Cauzele fenomenelor de fitotoxicitate se datoresc : proprietăților produsului și sensibilității plantei ; aplicării unor doze necorespunzătoare, care nu pot fi suportate de plante ; condițiilor climatice din timpul aplicării tratamentelor chimice ; modului de aplicare a tratamentelor ș.a.

Fenomenele de fitotoxicitate sînt legate de multe ori de dimensiunile picăturilor produse prin stropiri. În cazul picăturilor mari, este necesar un timp relativ lung de la depunerea acestora pînă la uscarea completă, iar în cazul cînd picăturile devin confluente ,intervalul de timp dăunător pentru plantă se mărește. În cazul aplicării tratamentelor prin pulverizare, picăturile, fiind foarte mici, se usucă repede, și astfel nu mai sînt posibilități de intoxicare a plantei. De aceea, deși în aplicarea tratamentelor prin pulverizări se folosesc concentrații mult mai mari decît la stropiri, pentru a se garanta aceeași concentrație de substanță activă într-un volum de lichid mult mai redus, nu se întîlnesc decît rar fenomene de fitotoxicitate.

Aceeași aplicație este valabilă și la ceața toxică unde concentrațiile în substanță activă sînt mult mai mari decît în cazul pulverizărilor, atingînd în soluții peste 50%, însă dimensiunile particulelor sînt sub 50 de microni. În astfel de cazuri, fenomenele de fitotoxicitate nu au loc decît atunci cînd aparatele sînt aproape de plante, iar jetul le lovește direct.

Compatibilitatea produselor fitofarmaceutice. În practica agricolă se întîlnește de multe ori necesitatea de a se aplica amestecuri de produse fitofarmaceutice care să cuprindă două sau mai multe tipuri de produse fungicide, insecticide, acaricide.

Tratamentele mixte sînt recomandate, deoarece reduc cheltuielile privind aplicarea lor, precum și volumul de lichid.

În amestecurile care se fac între produsele fitofarmaceutice, substanța activă și adjuvant, se întîlnesc următoarele cazuri :

— materialele nu sînt influențate unele de altele, fiind reciproc indiferente unul față de altul, în care caz sînt compatibile ;

— eficacitatea materialelor amestecate crește mult, în care caz, în afară de compatibilitate, mai apare și o acțiune comună — *sinergismul*. Acesta poate fi *simplu*, cînd unul din componenți, acționînd, asigură o eficacitate mai completă a celui de-al doilea, sau, acționînd împreună, provoacă un efect mărit, sau poate fi *întărit*, în cazul cînd componenții, reacționînd unul cu altul, dau naștere unui produs nou, cu eficacitate ridicată ;

— eficacitatea materialelor amestecate scade simțitor sau produce fenomene de fitotoxicitate, în care caz ia naștere un fenomen de incompatibilitate.

Cauzele incompatibilității depind de diferiți factori care provoacă inactivarea totală sau parțială a materialelor amestecate. Acest fenomen se numește *antagonism*. Antagonismul apare de cele mai multe ori în

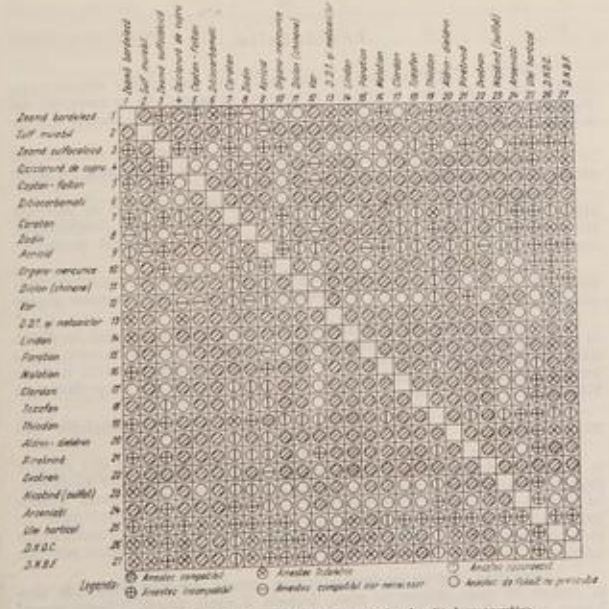


Fig. 109. — Tabelul de compatibilitate a produselor fitofarmaceutice.

cazul cînd între componenţii amestecului au loc reacţii care duc la obţinerea de produse noi, cu o toxicitate mai redusă sau lipsite de toxicitate.

Pentru cunoaşterea gradului de compatibilitate al amestecurilor sînt întocmite tabele, după care se pot deduce posibilităţile de amestec între diferite produse fitofarmaceutice (fig. 109). Aceste tabele dau numai unele indicaţii şi sînt întocmite în general după posibilităţile de compatibilitate ale substanţei active.

Compatibilitatea se aplică şi în cazurile de amestecuri între îngrăşăminte, microelemente şi fungicide, cu deosebire acolo unde aceste amestecuri se aplică pe cale extraradiculară.

Reziduurile

Produsele fitofarmaceutice, mai mult sau mai puţin concentrate, simple sau în amestec, se aplică pe plante în scopul de a constitui un depozit pe cît posibil consistent şi suficient pentru a feri părţile tratate ale plantei de atacul agenţilor fitopatogeni şi de dăunători.

Depozitul care rămîne pe obiectul tratat se numeşte *reziduu*, iar proprietatea de a rămîne un timp mai mult sau mai puţin lung pe acest obiect fără a fi descompus se numeşte *remanenţă*.

Reziduul şi remanenţa au importanţă deosebită atît în ce priveşte eficacitatea produsului folosit în combaterea unor agenţi fitopatogeni, cît şi în ce priveşte protecţia sănătăţii celor care consumă produsele vegetale care au fost supuse acestor tratamente.

Dacă reziduurile mari sporesc eficacitatea împotriva agenţilor fitopatogeni, ele constituie însă un pericol pentru cei care consumă aceste plante.

Este necesar ca de la aplicarea ultimului tratament pînă la darea în consum a produselor vegetale tratate să treacă un timp, în care depozitul de produs fitofarmaceutic se degradează, devenind astfel netoxic pentru consumator. Această perioadă de timp se numeşte timp de pauză (tabelul nr. 7).

Spre deosebire de insecticide, în general produsele fungicide sînt mai puţin toxice.

Reziduurile rămase pe fructe şi legume de multe ori nu sînt vizibile şi nu pot fi detectate decît prin analize chimice precise sau biologice. Pentru fiecare produs este stabilită o toleranţă, care este admisă pentru ca produsele agricole să fie consumate. Toleranţele sînt exprimate în părţi per milion (ppm) şi sînt de 100 ori mai mari decît concentraţiile care, administrate în hrana animalelor de experienţă, le produc primele tulburări.

Toleranţele admise pentru cele mai uzuale produse fungicide sînt la captan 50 ppm, faltan 50 ppm, ferbam 7 ppm, zineb 7 ppm, ziram 7 ppm, maneb 8 ppm, gliodin 5 ppm.

Tabelul nr. 7

Timpul de pauză pentru produsele fungicide

Denumirea produsului	Timpul de pauză în care nu se mai fac tratamente (în zile)		
	pomicultură, viticultură	legumicultură în sere şi cîmp	culturi de cîmp
1	2	3	4
Polisulfura de bariu	30	—	—
Trifenil acetat de staniu	—	21	30
Faltan	7	3	3
Captan	7	3	3
Pentaclor-nitro-benzol		În dezinfectarea solului	21
Rodanit	28	—	—
Triclor-trinitro-benzen	—	5 [1] 3 [2]	—
Ditianonă	21	21	21
Karatan	21	21	—
Tiocarbamaţi	7	3	7
Tiuram	7	3	7
Dodin	10	—	—
Nosperal	20	—	—
Chinometionat	14	14	—
Tuzet	30	—	—
Binapacril	21	21	—
Solf şi zeamă sulfocalcică	Fără limită		
Cupru	Fără limită	Castraveţi 7 zile, rest fără limită	Fără limită

[1] La castraveţi.
[2] La tomate.

MĂSURI BIOLOGICE (BIOTERAPIA)

Mijloacele biologice de combatere au o aplicație redusă în fitopatologie.

În combaterea biologică a bolilor la plante deosebim în prezent următoarele mijloace :

Vaccinarea plantelor

Cîștigarea pe cale artificială, prin vaccinare, a imunității la plante, a făcut obiectul a numeroase cercetări și în același timp a numeroase discuții. În această problemă, în 1933, Kenneth Chester afirma : „Cîștigarea imunității față de elementele străine nu este o funcțiune care să aparțină numai regnului animal, ea manifestîndu-se normal și în alte regnuri."

Primele experiențe la plante au fost făcute în 1902 de către Beauverie și Ray, care au vaccinat cu succes plante de *Begonia* împotriva ciupercii *Botrytis cinerea*. În 1924 experiențele au fost reluate de către Zoja, apoi de Carbone și Arnaudi, Carbone și Iarach, Carbone și Alexandri, Nobecourt ș.a. Rezultatele pozitive obținute au fost puse în discuție de către Baldacci, care atribuie altor cauze rezistența cîștigată de plante în urma vaccinării.

Experiențele au fost făcute după metode de cercetare diferite, ele avînd la bază introducerea vaccinului în plante prin absorbție radiculară sau direct, prin injectare a unei culturi atenuate prin diferite metode a agentului patogen împotriva căruia urmează să fie vaccinată planta sau a unui extras din mediul de cultură al acestuia. Experiențele efectuate au dovedit că, în urma vaccinărilor, plantele manifestă o rezistență față de agentul patogen împotriva căruia au fost vaccinate, rezistență care durează cîteva zile. Rezultatele pozitive sau negative care au fost obținute au avut numai un interes științific, iar în faza actuală a cunoștințelor în această problemă, aplicarea vaccinării la plante este departe de a fi introdusă în practică.

Bacteriofagii

Întrebuințarea bacteriofagilor în combaterea bacteriozelor a fost experimentată de numeroși cercetători, care au folosit următoarele metode : înmuierea semințelor în cultură de bacteriofag la temperaturi

și durate de expunere diferite, stropirea plantelor în stadii diferite de dezvoltare, înmuierea rădăcinilor răsadului în cultură de bacteriofag, comprese cu tampoane îmbibate în cultură de bacteriofagi, precum și introducerea bacteriofagului în țesuturile vegetale.

Astfel, Lebedeva (Novikova, 1960) obține rezultate pozitive în dezinfectarea cu bacteriofag a semințelor de bumbac împotriva bacteriei *X. malvacearum;* Izrailskii (1927), Muncie și Patel (1930), Vinogradova și Perșina-Mansireva (1937) obțin unele rezultate în combaterea profilactică și terapeutică a bacteriei *A. tumefaciens*, Kawamura (1940) în combaterea bacteriei *Ps. solanocearum*, Thomas (1935) în tratamentul contra bacteriei *X. stewartii*, Coons și Kotila (1925), Miyake și Hamada (1952) în combaterea bacteriei *E. carotovora*, Beetinkova ș.a. (Nevikova, 1960) împotriva bacteriozelor cartofului, Fulton (1950), Novikova (1960) în combaterea bacteriei *Ps. tabaci*.

Introducerea în practică a fagoterapiei întîmpină greutăți mari, autorii citați mai sus experimentînd în condiții mai mult sau mai puțin artificiale.

În condiții naturale, situația se prezintă diferit. Bacteria dintr-o leziune se găsește, de obicei, într-o masă densă (exudat sau alte produse), care împiedică fagii să vină în contact cu bacteria.

Pe de altă parte, relațiile din cadrul sistemului fag-bacterie prezintă o gamă întreagă de specificități. Unele tulpini prezintă o specificitate foarte scăzută față de un număr foarte restrîns de tulpini bacteriene, altele, dimpotrivă, sînt polivalente. Natural că un preparat cu un spectru mai larg va da un rezultat mai bun. Novikova (1961) folosea în combaterea bacteriei *Ps. tabaci* bacteriofagi care lezau 98% din 241 de tulpini bacteriene.

Greutatea cea mai mare o prezintă apariția într-un număr ridicat a formelor fago-rezistente (lizogene și nelizogene). Acest fenomen poate fi observat cu ușurință *în vitro*, iar în natură, prezența lui este dovedită de coexistența în aceleași leziuni a bacteriilor și a bacteriofagilor. Menționăm că o mare parte dintre bacteriile care coexistă în aceeași leziune cu bacteriofagii sînt fago-sensibili. Matisumoto (1941) dovedește acest lucru pentru *E. carotovora*, iar Okabe și Goto (1953) pentru *Ps. solanacearum*. În acest caz se pare că bacteriofagul joacă un rol important în împiedicarea multiplicării excesive a agentului patogen.

În afară de aceasta, fagoterapia este îngreuiată datorită labilității mari a bacteriofagului în cultură pură, a prețului de cost ș.a.

În măsura în care oamenii de știință vor reuși să rezolve favorabil toate problemele care le ridică introducerea în practică a fagoterapiei, fenomenul ar putea constitui o nouă metodă în combaterea bacteriozelor.

Paraziți naturali ai agenților fitopatogeni

Metoda combaterii agenților fitopatogeni cu ajutorul paraziților naturali nu se aplică încă, deși sînt cunoscute o serie de ciuperci care parazitează unele ciuperci parazite ale plantelor.

Astfel, micelul și conidiile ciupercilor *Erysiphaceae* sînt parazitate de ciuperca *Cicinnobolus cesatii* din ordinul *Sphaeropsidales*. La noi această ciupercă a fost indicată ca parazit pe genurile *Microsphaera, Uncinula, Sphaerotheca*. Deși în laborator s-au obținut rezultate pozitive în experiențele de combatere în care s-a folosit ciuperca *Cicinobolus cesatii*, în natură aceste rezultate nu au putut fi confirmate.

Fructificațiile uredineelor: (ecidii, uredospori, teleutospori) sînt atacate de mai multe specii de ciuperci imperfecte, ca: *Darluca filum, Tuberculina persicina, Macrosporium uredinis, Cladosporium aecidiicolum, Phyllosticta aecidiicola* și *Colletotrichum uredinophilum*.

De asemenea, în cadrul ordinului *Ustilaginales, Ustilago nuda* este parazitată de ciuperca *Macrosporium utile*, iar *Ustilago avenae* de ciuperca *Fusarium ustilaginis*.

Antibioticele

Folosită în practica medicinii umane și apoi a celei veterinare, aplicarea antibioticelor începe să fie cercetată și în protecția plantelor, încă din 1948.

Rezultatele cercetărilor au dovedit că antibioticele acționează sistemic și odată pătrunse în plante, rămîn un timp mai îndelungat decît în organismul animal. Astfel streptomicina a fost identificată după 5—10 zile de la introducere, iar griseofulvina chiar după 6 săptămîni.

Asupra modului de acțiune și asupra mecanismului intim cu care aceste substanțe operează în organismul vegetal există o oarecare incertitudine. Cercetările recente au arătat că modul de acțiune este cu totul diferit de la o plantă la alta, de la un agent fitopatogen la altul, efectele fiind diferite.

Efectul direct asupra agentului fitopatogen a fost pus în evidență în urma experiențelor făcute *in vitro* cu *Agrobacterium tumefaciens* și apoi cu 33 de ciuperci fitopatogene, cînd s-a obținut o completă schimbare a microorganismelor după 48 și 72 de ore, la o concentrație de 1 mm/ml.

Efectul nou poate fi datorit neutralizării toxinelor, fenomen care constă în detoxificarea acestora de către antibiotice.

În unele cazuri s-a arătat că, introdus în plantă, antibioticul se transformă într-o formă mai activă datorită transformării acestuia în componenți mai activi, cum este cazul streptomicinei, griseofulvinei ș.a., care se transformă în compuși activi de cicloheximidă.

S-a demonstrat că prezența unor antibiotice, cum este cazul streptomicinei și al altora care acționează asupra sintezei clorofilei, limitează posibilitățile de dezvoltare ale ciupercii parazite.

Prin acțiunea sistemică pe care o au, avantajul aplicării antibioticelor mai constă și în protejarea părților tinere dezvoltate după aplicarea unui tratament cu fungicide obișnuite; protejarea plantei chiar dacă la tratament nu a fost suficient acoperită; rezistența la ploi sau la alte condiții meteorologice; combaterea bolilor care au o infecție sistemică (traheomicoze, traheobacterioze ș.a.).

Antibioticele se aplică în soluții apoase, în concentrație de 5—100 mg la litru.

Cel mai frecvent și mai eficace mod de aplicare a antibioticelor este prin stropirea părților aeriene ale plantei cu o soluție de antibiotice sau prin ungerea tulpinii cu o pastă în a cărei compoziție au intrat aceste produse. O altă metodă ușor de aplicat, constă în tratarea semințelor. Umectarea solului cu o soluție antibiotică pentru a fi absorbită prin rădăcini nu este recomandabilă.

Antibioticele experimentate astăzi în cercetările privind protecția plantelor, sînt numeroase, dintre care cele mai importante sînt prezentate în tabelul nr. 8.

Dintre antibioticele care au o importanță practică în lucrările de protecție a plantelor se pot cita streptomicina, blastimicidina, actidiona, griseofulvina, terramicina, trichotecina.

Streptomicina este rezultatul metabolismului unor actynomicete aparținînd genului *Streptomyces (Streptomyces griseus)*. Este folosită sub formă de sulfat de streptomicină în amestec cu terramicină, sau simplu, cu 15—37% substanță activă sau sub formă de nitrat de streptomicină cu 20% substanță activă. Este condiționată sub formă de pulberi umectabile, pulberi de prăfuit și soluție. Este cunoscută în practică sub denumirea de agriomicină, agrosept, fitomicină, specialități în care variază concentrația de substanță activă sau amestecul cu alte antibiotice.

Ca bactericid, în concentrație de 25—100 mg la litru are acțiune împotriva bacteriilor *Erwinia phytophtora, Erwinia amylovora, Erwinia aroidea, Xanthomonas phaseoli, Xanthomonas vesicatoria, Xanthomonas campestris, Pseudomonas lachrymans, Pseudomonas solanacearum* ș.a.

Streptomicina este fitotoxică, însă practic netoxică pentru mamifere (DL 50 pentru streptomicină la șoareci este de 9 000 mg/kg, iar pentru sulfatul de streptomicină este de 25 000 mg/kg). Este compatibilă cu numeroase insecticide ca: DDT, paration, arseniați și fungicide, ca: zineb, captan, ferbam, sulf muiabil.

Blastimicidina S este formulată din filtratul de *Streptomyces griseochromogenes*. Este condiționată sub formă de pulbere umectabilă cu 2% substanță activă sau sub formă de pulbere de prăfuit cu 0,2%. Se aplică în concentrație de 5—150 mcg la litru, concentrația variind după agentul fitopatogen de combătut. Între 5 și 50 mcg se folosește ca bac-

Tabelul nr. 8

Cele mai importante antibiotice din punctul de vedere al protecției plantelor (după Ubrizsy G. și Varga L., 1965)

Denumirea antibioticului	Microorganismul din care se produce	Formula chimică	Aplicarea
1	2	3	4
Achromycină	*Streptomyces albo niger*	—	fungicid
Actinomycină	*Streptomyces antibioticus*	$C_{62}H_{86}N_8C_{12}$	bactericid și fungicid
Actinorubină	*Actinomyces*	—	bactericid și fungicid
Albidin	*Penicillium albidium*	—	fungicid
Actimycină A.	*Streptomyces*	$C_{28}H_{40}O_9N_2$	fungicid
Acid aspergillinic	*Aspergillus flavus*	$C_{21}H_{28}N_2O_4$	bactericid
Aureomicină	*Streptomyces aureofaciens*	$C_{22}H_{23}O_8N_2Cl$	bactericid
Bacillomicină	*Bacillus subtilis*	—	fungicid
Bacitracină	*Bacillus subtilis*	—	fungicid
Candicidină	*Streptomyces candatus* *Streptomyces griseus*	—	bactericid fungicid
Candidfină	*Streptomyces viridoflavus*	—	fungicid
Carbomicină-magnamicină	*Streptomyces halstedii*	$C_{31-32}H_{47-49}N_4O_{14}$	bactericid virusocid
Candidfulină	*Aspergillus candidus*	$C_{12}H_{18}NO_3$	bactericid fungicid
Cephalosporină	*Cephalosporium*	—	bactericid fungicid
Challomină	*Challomimon* *Acrostalagmus cinnabarinus*	$C_{36}H_{57}O_8N_2S_8$	bactericid
Cloramphenicolă	*Streptomyces venezuelae*	$C_{11}H_{12}N_2O_5Cl_2$	virusocid
	Streptomyces omygaensis		bactericid
Citrinină	*Penicillium*	$C_{13}H_{14}O_5$	bactericid
Clavacină	*Aspergillus* Idem	$C_7H_6O_2$	bactericid fungicid
Cordycepină	*Cordyces sinilitaris*	$C_{10}H_{13}O_3N_5$	bactericid
Erytromicină	*Streptomyces erythreus*	$C_{34-35}H_{69-65}N.O_{13-14}$	virusocid bactericid
Eumicynă	*Bacillus subtilis*	—	bactericid
Fumycină	*Aspergillus fumigatus*	$C_{20}H_{46}O_8$	fungicid bactericid
Fradicină	*Streptomyces fradiae*	$C_{36}ON_{64}N_4O_8$	fungicid
Fumigalină	*Aspergillus fumigatus*	$C_8H_8O_3$	bactericid
Geodină	*Aspergillus terreus*	$C_7H_{12}O_4C_2$	bactericid
Acid gladeolinic	*Penicillium gladiole*	$C_{13}H_{16}O_6$	bactericid fungicid
Gliotoxină	*Trichoderma*, *Penicillium*	$C_{13}H_{14}N_2S_2O_4$	bactericid fungicid

Tabelul nr. 8 (continuare)

1	2	3	4
Glutinorină	*Mycotheccium*	$C_{22}H_{30}O_{10}$	fungicid
Gramidicină S	*Bacillus brevis*	—	bactericid
Helixină	*Streptomyces eodus*	—	bactericid fungicid
Humicolină	*Aspergillus humicola*	—	fungicid
Acid Koji	*Aspergillus*, *Penicillium*	$C_8H_8O_4$	bactericid
Grupa Lateritii	*Fusarium*	$C_{28}H_{36}O_7N_2$	bactericid
Lavendulină	*Streptomyces lavandule*	$C_{25}H_{43}O_{15}N_{13}S_2$	bactericid fungicid
Magnamycină B	*Streptomyces halstedii*	$C_{31-32}H_{47-49}NO_{13}$	bactericid
Mycelianamidă	*Penicillium griseofulvum*	$C_{22}H_{18}O_2N_2$	bactericid
Microstatină	*Streptomyces mearsi* *Streptomyces aureus*	$C_{46}H_{47}NO_{19}$	fungicid
Acid microphenolic	*Penicillium*	$C_9H_{10}O_4$	bactericid fungicid
Micosubtilină	*Bacillus subtilis*	—	fungicid
Neomicină	*Streptomyces fradiae*	—	bactericid fungicid
O-izomicină	*Streptomyces diastoc harmogenus*	$C_{15}H_{30-42}O_7$	fungicid
Penicillină	*Penicillium* *Aspergillus*	$C_9H_{11}O_4N_2S$—R	bactericid
Acid penicinic	Idem	$C_9H_{10}O_4$	bactericid fungicid
Polionixină	*Bacillus sp.*	—	bactericid
Primicină	*Streptomices*	$C_{28}H_{37}O_7N$	bactericid
Rimocidină	*Streptomyces rimosus* *Streptomyces albaflavus*	—	fungicid protozoocid
Spinulosină	*Aspergillus fumigatus* *Penicillium*	$C_8H_8O_4$	bactericid
Streptothricină	*Streptomyces*	$C_{35}J_{67}C_7N_2$	bactericid fungicid
Subtilină	*Bacillus subtilis*	—	bactericid fungicid
Tardină	*Penillium tardum*	$C_{11}H_{12}O_2$	bactericid fungicid
Terramicină	*Streptomyces rimosus* *Streptomyces griseoflavus*	$C_{22}H_{28}-26N_2O_9$	bactericid virusocid
Toximicină	*Bacillus subtilis*	—	fungicid
Tyrothricină	*Bacillus brevis*	—	bactericid
Ustină	*Aspergillus ustus*	$C_{21}H_{17}C_6O_8$	bactericid
Violaceină	*Cromobacterium violaceum*	$C_{42}H_{36}O_8N_2$	bactericid fungicid
Viomicină	*Streptomyces puniceus* *Streptomyces californicus*	$C_{25}H_{39}-33N_8O_8$	bactericid
Viridină	*Trichoderma lignorum*	$C_{20}H_{16}O_6$	fungicid
Xanthomicină	*Streptomyces*	$C_{35}H_{53}N_{15}O_{13}S_4$	bactericid

tericid, iar 150 mcg ca fungicid. Are acțiune asupra a numeroase bacterii, iar ca fungicid împotriva citorva zeci de ciuperci.

Împotriva ciupercii *Pyricullaria orizae* are efect de inhibare a infecției, efect terapeutic și de distrugere a sporilor de propagare.

Este fitotoxică pentru unele plante, în special pentru solanacee. În comparație cu alte produse chimice, acest antibiotic are o mare stabilitate. Este toxic pentru mamifere (DL 50 pentru șoareci este 40 mg/kg), însă netoxic pentru pești.

Actidiona este un antibiotic obținut ca subprodus la fabricarea streptomicinei și are următoarea formulă chimică : 3-/2-(3,5-dimetil-2-oxaciclohexil)-2-hidroxietil-glutarionida. Este condiționat sub formă de pulbere umectabilă sau tablete cu 7,7% substanță activă simplă sau în combinație cu alte substanțe, ca pentaclor nitrobenzen, sulfat feros ș.a. Are acțiune fungicidă curativă. Dă bune rezultate în combaterea ciupercilor *Erysiphaceae*, parazite pe trifoi, fasole, trandafir ș.a., precum și a altor ciuperci fitopatogene. Nu are acțiune în combaterea unor specii aparținînd genului *Sclerotinia*, parazite pe pomi fructiferi.

Se aplică în concentrația de 0,5—2 ppm. Este fitotoxică în cazul unei doze mai mari și puternic toxică pentru mamifere (DL 50 pentru șobolani este de 2,5 mg/kg). Are însușiri ratifuge.

Griseofulvina este extrasă din ciuperca *Penicillium griseofulvum* și corespunde formulei 7 clor -4,6 dimetoxi-cumaran-3 onă-2 spiro-1-(2-metil-ciclohex-2 en-4-onă). Este condiționată sub formă de pulbere de prăfuit, pulberi umectabile și concentrate emulsionabile. Are acțiune fungicidă împotriva ciupercilor cu pereții celulelor constituiți din chitină. Dintre acestea se menționează speciile aparținînd genurilor *Sclerotinia* și *Botrytis*. Nu are acțiune împotriva actinomicetelor, a bacteriilor și a ciupercilor *Oomycetes*.

Terramicina (Oxitetraciclina), antibiotic obținut din ciuperca *Streptomyces rimosus*, este un produs stabil, în stare uscată la temperatura camerei. Este eficace împotriva bacteriei *Xanthomonas pruni*. Are acțiune sistemică și se folosește și în amestec cu streptomicina ; o oarecare acțiune sub formă pură o are împotriva virozelor frunzelor de tutun.

Trichotecina, izolată din ciuperca *Trichotecium roseum*, are proprietăți fungicide cu acțiune împotriva ciupercilor *Phoma lingam*, *Ustilago tritici*, *Ustilago nuda*, *Endostigme pirina*, *Monilinia cinerea*, *Erysiphe graminis* ș.a.

Fitoncide

Substanțele cu acțiune antibiotică produse de plantele superioare au fost numite fitoncide și au fost puse în evidență de către Tokin, care a arătat efectul acestora asupra microorganismelor (acțiunea fitoncidelor este bactericidă și bacteriostatică, fungicidă, fungostatică și protisticidă).

Cercetările făcute în U.R.S.S. de către Lipețkaia, Corotkova, Burihina, Borzova, asupra fitoncidelor extrase din bulbi de ceapă, usturoi sau din hrean au dat rezultate promițătoare în combaterea ciupercilor *Ascochyta* prin tratarea semințelor, *Phoma lingam*, *Phytophtora infestans*, ș.a., iar A. Săvulescu și V. Popescu au pus în evidență acțiunea fitoncidelor din usturoi și hrean asupra clamidosporilor de *Tilletia foetida*.

La Institutul de protecția plantelor de la Budapesta s-a încercat să se pună în evidență proprietățile fitoncide la 160 de plante care au fost identificate la 31 de specii.

Dintre fitoncidele izolate pînă în prezent, 12 dintre ele prezintă o importanță deosebită pentru viitor (tabelul nr. 9).

Tabelul nr. 9

Cele mai importante fitoncide (după Uhrinak G, 1965)

Denumirea fitoncidului	Originea	Compoziția chimică	Acțiunea
1	2	3	4
Alicilină	*Allium sativum*	$C_6H_{10}OS_2$	bactericid
Acid anacardinic	*Anacardium occidentale*	$C_{15}H_{25}O_2$	bactericid fungicid
Anemonină	*Anemone pulsatile* și *Ranunculus*	$C_{10}H_8O_4$	idem
Acid caseinic	*Cassia*	—	bactericid
Cheirolină	*Cheiranthus cheiri* *Erysimum arkansanum*	$C_6H_4NO_2S_2$	bactericid fungicid
Creșnina	*Crepis taraxarifolia* *Crepis rurens*	$C_{15}H_{16}O_4H_2O$	bactericid
Datiscetina	*Datisca cannabina*	$C_{28}H_{36}O_4H_2O$	bactericid
Humulona	*Humulus lupulus*	$C_{21}H_{30}O_5$	bactericid fungicid
Juglona	*Juglans*	$C_{10}H_6O_2$	bactericid fungicid
Lupulona	*Humulus lupulus*	$C_{26}H_{38}O_4$	bactericid
Acid parasecrbic	*Sorbus aucuparia*	$C_6H_4O_3$	bactericid protisticid
Pinosilvină	*Pinus silvestris*	$C_{14}H_{10}O_2$	bactericid fungicid

Carantina fitosanitară

Carantina fitosanitară are drept scop prevenirea răspîndirii bolilor și a dăunătorilor la plante prin aplicarea de măsuri legislative și de combatere. Problema carantinei fitosanitare a fost pusă în secolul al XIX-lea

în Europa, o dată cu introducerea din America a filoxerei, a făinării și a manei la vița de vie. Prima convenție fitosanitară încheiată în acest scop a fost „Convenția antifiloxerică", încheiată la Berna în 1881 și semnată la început de 5 state europene. La această convenție a aderat și țara noastră. În 1891, cu ocazia Congresului internațional pentru agricultură care a avut loc în Olanda, se atrage pentru prima dată atenția țărilor participante asupra pericolului pe care îl prezintă răspîndirea dăunătorilor și a bolilor prin schimbul de produse vegetale destinate înmulțirii.

În 1903, sub președenția lui S o r a u e r, a luat naștere Comitetul fitopatologic, format din reprezentanți ai mai multor țări, iar în 1905 a fost înființat Institutul internațional de agricultură de la Roma, care, printre alte atribuții, o avea și pe aceea de a organiza controlul privind oprirea difuzării bolilor la plante.

Principiile de cooperație internațională în privința carantinei fitosanitare au fost stabilite prima dată în 1914, cu ocazia Conferinței internaționale pentru protecția plantelor. Din cauza primului război mondial, această convenție nu a intrat în vigoare. În 1921, la Roma a fost semnată „Convenția internațională de protecție a plantelor".

Aplicarea măsurilor de carantină fitosanitară în țara noastră se face pe baza unei legislații prevăzute în diferite H.C.M.-uri, precum și pe baza unor ordine, dispoziții, regulamente și instrucțiuni aprobate de către Consiliul Superior al Agriculturii.

Măsurile de carantină se iau fie pentru oprirea extinderii în interiorul țării a bolilor și a dăunătorilor de carantină (carantina internă) fie pentru împiedicarea introducerii acestora în țară (carantina externă).

Lista bolilor, a dăunătorilor și a buruienilor împotriva cărora se iau măsuri de carantină fitosanitară internă și externă este întocmită de către Inspecția de stat pentru carantină și protecție a plantelor și aprobată prin dispoziția Consiliului Superior al Agriculturii.

Carantina fitosanitară internă are sarcina de a opri răspîndirea pe teritoriul țării a agenților fitopatogeni, a dăunătorilor și a buruienilor de carantină și de a lichida sau localiza focarele acestora.

Aceste sarcini sînt aduse la îndeplinire atît prin controlul fitosanitar al culturilor, al plantațiilor, cît și prin măsuri de combatere.

Controlul fitosanitar se extinde asupra tuturor culturilor susceptibile de a fi atacate de dăunători, de boli și de buruieni de carantină. O atenție deosebită se acordă pepinierelor pomicole, viticole, horticole, precum și unităților agricole de orice fel care produc materiale destinate înmulțirii plantelor.

Pepinierele și alte unități producătoare de material agricol destinat înmulțirii trebuie să funcționeze în baza unui certificat fitosanitar eliberat de către Inspecția de stat pentru carantină și protecție a plantelor la propunerea Inspectoratului regional de carantină fitosanitară.

Circulația produselor agricole — plante, părți de plante, semințe, bulbi, tuberculi — destinate înmulțirii de la o localitate la alta în interiorul țării se face în baza unui buletin de circulație eliberat de către organele de carantină fitosanitară internă.

Acțiunile de combatere a obiectelor de carantină sînt organizate de către Inspecția de stat pentru carantină și protecție a plantelor, care îndrumează și controlează realizarea lor în cazul cînd acestea sînt executate de către deținătorii culturilor infestate sau infectate sau conduc aceste lucrări cînd ele se realizează direct de către organele de carantină.

Organele de carantină internă colaborează cu cele de carantină externă la eliberarea autorizațiilor de import, la stabilirea zonelor indemne de obiecte de carantină în vederea exportului de produse vegetale ș.a.

Carantina fitosanitară externă are sarcina de a opri introducerea dăunătorilor, a bolilor și a buruienilor de carantină și a elibera certificatele fitosanitare pentru materialele vegetale destinate exportului.

Măsurile de carantină fitosanitară la import se extind asupra vegetalelor și părților de vegetale.

Importul de produse vegetale se face pe baza unei autorizații de import emisă de către Inspecția de stat pentru carantină și protecție a plantelor la cererea organelor care fac importul.

La import produsele agricole sînt însoțite, în afară de autorizația de import, și de un certificat fitosanitar, emis de o instituție oficială recunoscută.

În certificatul fitosanitar este indicată absența dăunătorului, a bolii sau a buruienii de carantină împotriva căreia în țara noastră s-au luat măsuri.

Importul de vegetale și părți de vegetale supuse regimului de carantină fitosanitară se face prin punctele vamale care au organe de carantină fitosanitară și sînt indicate în autorizația de import.

Materialul rulant al căilor ferate, avioanele aviației civile, vasele maritime și fluviale ale marinei comerciale, automobilele și alte mijloace de transport care intră pe teritoriul Republicii Socialiste România, sînt de asemenea supuse controlului de carantină fitosanitară externă.

Organele de carantină fitosanitară sînt în drept de a controla și de a elibera certificate fitosanitare de export.

Combaterea integrată

Măsurile de protecție a plantelor au fost și sînt încă aplicate independent una de alta, fără a avea o legătură între ele, iar dezvoltarea într-un ritm rapid a măsurilor de combatere pe cale chimică fără sufi-

cientă fundamentare științifică a dus la fenomene nedorite și complicate, cum sînt :

— folosirea unor insecticide și fungicide cu spectru larg de acțiune, care a avut drept consecință distrugerea florei și a faunei folositoare și, ca urmare, înmulțirea unor specii dăunătoare, care pînă în prezent erau inofensive ;

— apariția de specii rezistente la produsele fitofarmaceutice.

Eficacitatea redusă datorită rezistenței cîștigate a unor dăunători față de unele produse fitofarmaceutice a dus la mărirea dozelor, la mărirea numărului de tratamente, la sintetizarea de noi produse. Aplicarea largă a produselor chimice a ridicat problema reziduurilor și a toxicității acestora pentru om și animalele folositoare.

Pentru evitarea dificultăților pe care le prezintă aplicarea măsurilor chimice, a apărut necesitatea luptei pe cale biologică, care la prima vedere apare incompatibilă cu cea chimică. Măsurile biologice aplicate prin înmulțirea paraziților constă nu numai în introducerea acestor inamici naturali, ci și în restabilirea „echilibrului natural sau biologic" din natură, care este de o importanță fundamentală în toate sistemele compuse din viețuitoare asociate.

Toate considerentele arătate mai sus pun problema raționalizării aplicării măsurilor de combatere, care, prin folosirea în complex a mijloacelor de protecția plantelor, să fie cele mai eficace, mai ieftine și fără urmări pentru sănătatea publică.

În acest scop este necesară integrarea măsurilor fizice, mecanice, agrofitotehnice, biologice, chimice într-un complex în care, ținîndu-se seama de caracteristicile fiecărei lucrări de combatere și de urmările pe care le poate avea, fiecare metodă să fie folosită adecvat.

Aplicarea rațională în complex a măsurilor de combatere a dăunătorilor și a bolilor poartă numele de *„lupta integrată"*. Ea poate fi considerată ca o metodă de combatere a bolilor și a dăunătorilor, metodă care asociază în primul rînd mijloacele biologice cu cele chimice în așa fel ca, aplicînd pe unul, să nu fie neglijat cel de-al doilea.

La baza metodei de luptă integrată stau următoarele principii :

— folosirea produselor fitofarmaceutice în concentrații cît mai reduse și completarea combaterii bolilor și a dăunătorilor și cu alte mijloace biologice sau agrofitotehnice. Acest principiu este aplicat în practică prin stabilirea concentrațiilor optime care să asigure o protejare bună și economică a plantelor tratate și un minimum de reziduu, excluzîndu-se tendința de mărire a dozelor ;

— reducerea la minimum a numărului de tratamente și folosirea produselor cu toxicitate mai mică pentru om și animale cu sînge cald. Reducerea numărului de tratamente este legată de înlocuirea tratamentelor de acoperire cu cele stabilite pe bază de prognoză și aplicate la avertizare. În combaterea pe cale chimică se caută să se introducă produse puțin toxice, iar cele cu toxicitate ridicată, să fie puțin remanente ;

— aplicarea mijloacelor chimice numai în anumite perioade, legate de sensibilitatea agentului fitopatogen în momentul tratamentului. În aplicarea acestor tratamente trebuie avut în vedere, în cazul produselor puternic toxice, ca reziduul să nu depășească toleranța admisă. La realizarea acestui principiu concură, în afară de măsurile chimice, măsurile de prognoză și avertizare pentru stabilirea timpului optim pentru aplicarea tratamentelor, și măsurile legislative care stabilesc toleranța-limită și timpul de pauză ;

— cunoașterea, în urma unor cercetări biologice făcute cu mare grijă, a biologiei entomofagilor și a ciupercilor parazite pe ciupercile fitopatogene, a epocii cînd aceștia sînt foarte activi. Cunoscînd aceste date de biologie, tratamentele se vor aplica, cu produsele organice de sinteză, în perioada cînd activitatea entomofagilor este redusă. În acest scop se preferă tratamentele de iarnă și de primăvară ;

— cunoașterea în amănunt a biologiei dăunătorului și a agentului fitopatogen de combătut. În modul acesta se va stabili de la început punctul vulnerabil și astfel se va aplica o combatere încadrată în lupta integrată, în același timp făcînd economie de produse fitofarmaceutice ;

— alternarea a două sau a mai multor preparate cu bază chimică diferită, însă cu aceeași eficacitate, fără a se mări concentrația de aplicare, în vederea prevenirii apariției de rase rezistente ;

— limitarea suprafețelor de combătut la strictul necesar, mergîndu-se pînă la limitarea aplicării tratamentelor chiar numai pe unele porțiuni ale unui pom etc.

În ce privește folosirea în general a produselor fitofarmaceutice, trebuie să se țină seama de următorii factori :

— folosirea în cazul insecticidelor, — într-un mod cît se poate mai rațional, a produselor organice de sinteză și înlocuirea acestora, unde este cazul, cu produse organice vegetale sau cu produse anorganice, cum este cazul aplicării arseniaților în combaterea insectelor rozătoare ;

— restrîngerea folosirii produselor cu un spectru larg de acțiune, neselective, care distrug nu numai dăunătorii, ci și parazții acestora, cum este cazul produselor cloroderivate, al unor insecticide organofosforice ș.a. ;

— aplicarea tratamentelor după ce au fost aplicate măsurile de igienă culturală adică după ce s-a asigurat și prin măsuri fizico-mecanice și agrotehnice eliminarea paraziților. În acest mod, în afară de economia de produse fitofarmaceutice, se favorizează conservarea și răspîndirea unor entomofagi care s-ar găsi, în cazul pomilor, în părțile tăiate și îndepărtate ;

— studierea sistematică a produselor fitofarmaceutice și sub aspectul fitotoxicității acestora, urmărindu-se repercusiunile lor fiziologice, biochimice, mecanice etc. asupra solului, semințelor plantelor sau a părților de plantă etc. Această lucrare este necesară în vederea înlăturării efectelor nedorite pe care le pot produce ;

— ocrotirea și favorizarea înmulțirii inamicilor naturali ai dăunătorilor și ai agenților fitopatogeni. Dacă în ce privește agenții fitopatogeni, la ora actuală, problema are o importanță mai redusă, în ce privește dăunătorii, ea are o importanță mare, avînd de multe ori rol hotărîtor în unele acțiuni de combatere.

— cunoașterea influenței pe care produsele fitofarmaceutice — insecticide, fungicide, erbicide — o au asupra microorganismelor, în vederea stabilirii eventualelor consecințe negative ale acumulării acestora în sol. Toxicitatea acestora pentru microorganismele din sol poate avea efecte negative asupra echilibrului biologic și, ca urmare, și asupra rezistenței plantelor la atacul agenților fitopatogeni ;

— introducerea de soiuri rezistente la boli și dăunători în vederea măririi potențialului de raționalizare a măsurilor de combatere pe cale chimică ;

— considerarea în mare măsură în cadrul luptei integrate a măsurilor agrofitotehnice și fizicomecanice. Indiferent de măsurile chimice sau biologice care se iau, acestea nu vor duce la rezultatele dorite atîta timp cît măsurile agrofitotehnice, ca : igiena culturală, dezmiriștitul, arăturile adînci ș.a., care duc la reglarea densității dăunătorilor și a agenților fitopatogeni, nu sînt aplicate.

Pe baza acestor principii, pentru fiecare dăunător sau agent fitopatogen se întocmesc scheme de combatere, în care se stabilesc măsurile de aplicat, preparatele de folosit, perioada cînd trebuie aplicate.

Aceste scheme, întocmite, la început separat pentru fiecare dăunător sau agent fitopatogen, se caută să fie combătute, pentru ca în același timp mijloacele de luptă să fie îndreptate împotriva mai multor obiective.

Prin aplicarea principiilor luptei integrate și prin dezvoltarea cercetărilor care să permită perfecționarea acestui sistem se va ajunge la o îmbinare a măsurilor de combatere cunoscute și aplicate separat în prezent.

Prin introducerea luptei integrate se va obține o combatere rațională a agenților fitopatogeni, a dăunătorilor, a buruienilor și se vor evita complicațiile și implicațiile nedorite ca urmare a aplicării exagerate și exclusive a mijloacelor chimice.

APARATE ȘI MAȘINI PENTRU PROTECȚIA PLANTELOR

La baza construcției mașinilor și a aparatelor de protecție a plantelor se au în vedere următoarele scopuri :

— dispersarea în picături fine a zemurilor de stropit (suspensii și emulsii), pentru a evita astfel confluerea și aglomerarea acestora ;

— distribuirea uniformă a zemurilor de stropit, pentru a se obține o bună acoperire a obiectului de tratat ;

— productivitatea mare a aparatelor și mașinilor.

După modul de aplicare a tratamentelor, deosebim următoarele tipuri de aparate și mașini pentru protecția plantelor :

— aparate și mașini de stropit ;
— aparate și mașini de prăfuit ;
— aparate și mașini pentru tratarea semințelor ;
— aparate pentru injectarea solului.

Aparate și mașini de stropit

Majoritatea produselor fitofarmaceutice se aplică prin stropiri, avînd în cea mai mare parte ca vehicul apa.

O clasificare a aparatelor și a mașinilor de stropit se poate face după următoarele criterii : diametrul picăturilor, presiunea de lucru, modul de acționare și sursa de energie, metoda de pulverizare și modul de folosire.

După diametrul picăturilor, deosebim aparate și mașini de stropit cu picături mari peste 150 μ în diametru ; de pulverizat sau atomizatoare la care picăturile sînt foarte fine, cu un diametru cuprins între 50 μ și 150 μ, și generatoare de ceață toxică sau aerosoli cu picături sub 50 μ.

Obișnuit, în protecția plantelor nu se folosesc picături cu diametrul sub 30 μ, deoarece, din cauza dispersiunii foarte fine, marea majoritate se pierde, iar acoperirea obiectelor de tratat nu este completă.

După presiunea de lucru, deosebim aparate și mașini de joasă presiune, cuprinsă între 0,5 și 5 kgf/cm² ; de presiune medie, cuprinsă între 5 și 25 kgf/cm², și de înaltă presiune, peste 25 kgf/cm².

După modul de acțiune și sursa de energie, deosebim aparate de stropit purtate de om și carosate. La aparatele purtate de om presiunea poate fi creată în timpul lucrului, manual sau cu ajutorul unui motor, sau poate fi creată manual în prealabil. Mașinile de stropit carosate pot fi deplasate de un om, ori tractate de un animal sau de un tractor. Ele pot fi acționate, în primul caz, manual sau de un motor, în al doilea caz de roțile de transport, de un motor, de la priza de putere a tractorului sau de motor propriu. Ele mai pot fi purtate de tractor sau autopropulsate.

După metoda de pulverizare, deosebim aparate cu pulverizarea mecanică, pneumatică și mixtă.

Pulverizarea mecanică se obține cu ajutorul capetelor de pulverizare care produc dispersarea zemii de stropit la presiune în picături care formează jeturi de pulverizare. Acestea pot avea formă de evantai sau con. Această metodă se bazează pe viteza de scurgere și turbionare a

lichidului în interiorul capului de pulverizare, obținîndu-se o pînză de picături. Finețea picăturilor depinde de diametrul orificiului duzei și de presiunea lichidului.

Pulverizarea pneumatică se obține prin aducerea lichidului sub presiune foarte mică de 0,6—0,7 kgf/cm², într-un curent de aer produs de un ventilator care acționează asupra lichidului cu viteză de 60—100 m/s și îl dispersează în picături fine. Această metodă se aplică acolo unde picăturile trebuie transportate și împrăștiate la înălțimi de peste 20 m.

Pulverizarea mixtă se obține prin combinarea celor două metode arătate mai sus. Ea constă în îndrumarea lichidului pulverizat mecanic într-un curent puternic de aer, care influențează gradul de dispersare, obținîndu-se picături foarte fine.

După modul de folosire, deosebim aparate pentru culturi de cîmp, pentru culturi de legume, pentru vii și pentru livezi.

Aparate purtate de om

Cele mai vechi tipuri de aparate pentru combaterea bolilor și a dăunătorilor la plante sînt cele purtate de om. În prezent, aceste tipuri de aparate sînt destinate aplicării tratamentelor pe suprafețe mici sau acolo unde mijloacele mecanizate nu se pot aplica, cum este cazul terenurilor în pantă, al plantațiilor pe terase etc.; sînt aparate cu presiune joasă, de 2—4 kgf/cm², cu tipul de pulverizare mecanică. Din această categorie deosebim :

Aparate acționate de om în timpul lucrului. Dintre aceste tipuri, la noi în țară se fabrică *aparatul AS-1*, care este destinat culturilor pe suprafețe restrînse, ca vii cu panta peste 16°, vii în terase, sau cu distanța mică între rînduri, culturi de legume etc. Acestea sînt tipuri de aparate care au pompa cu membrană sau au piston, cu sau fără agitator în interior.

Aparate cu presiune prealabilă purtate de om. Din această categorie fac parte aparatele de stropit la care este necesar ca, după introducerea lichidului în rezervor, să se introducă și aer sub presiune, care asigură funcționarea aparatului ; pe măsură ce cantitatea de lichid din rezervor scade, se reduce și presiunea de lucru. Limita inferioară a presiunii de lucru este în funcție de volumul și presiunea aerului la începutul și sfîrșitul lucrului. Presiunea de lucru este limitată la aceste aparate la 5—12 kgf/cm².

În această categorie există unele aparate care nu pierd total presiunea în timpul lucrului și altele la care presiunea se pierde total atunci cînd rezervorul este pe cale să se golească de lichid.

La noi în țară se fabrică aparatul *AS-14*, iar în trecut s-a fabricat *aparatul AS-2*.

Aparatul *AS-14* are corpul de pompă interior și o lance cu jet reglabil (fig. 110), care asigură comoditatea mînuirii în timpul lucrului și permite stropirea pomilor de 7—8 m înălțime. Este un aparat folosit în plantațiile de pomi în terenuri accidentate, cu pante peste 20°, în terase etc.

Fig. 110. — Lancea cu jet reglabil.

1, piuliță ; 2, piuliță de reglaj ; 3, piuliță de strîngere ; 4, racord ; 5, mîner ; 6 ,țeavă ; 7, corpul lancei ; 8, corpul capului pentru pulverizare ; 9, pînză de turbionare ; 10, duză ; 11, garnituri ; 12, piston ; 13, arc ; 14, garnitură (după N. Costachi).

Deoarece formează picături mai grosiere, acesta este un aparat care se pretează la aplicarea tratamentelor prin îmbăiere. Formarea picăturilor depinde și de presiunea din aparat. În timpul lucrului, presiunea scade de la 6 kgf/cm² la 2 kgf/cm², iar o dată cu aceasta scad și indicii calitativi ai aparatului. De aceea se recomandă ca, atunci cînd presiunea este maximă, iar jetul e lung, să se stropească vîrfurile pomilor, iar o dată cu reducerea presiunii să se stropească ramurile inferioare.

Aparate de stropit acționate cu motor și purtate de om. Aceste aparate au la bază cerințele moderne ale fitoiatriei, folosind produsele fitofarmaceutice în concentrații ridicate într-o cantitate mică de lichid. Datorită pulverizării fine, suprafața este acoperită cu o cantitate mică de lichid, asigurîndu-se cantitatea necesară de produs fitofarmaceutic.

Aparatele din această categorie se încadrează în grupa aparatelor de pulverizare pneumatice cu picăturile cuprinse între 50 μ și 150 μ (atomizoare). Înălțimea de lucru a acestor aparate este cuprinsă între 12 și 15 m, fiind superioară celor acționate de om.

Indiferent de tipul de aparat din acest grup, toate au la bază aceleași elemente de construcție și același principiu de funcționare, care sînt : pulverizarea pneumatică, agitarea și distribuirea pneumatică fără pompă, reglarea debitului de lichid prin schimbarea duzelor de diferite diametre, motorul cu benzină în doi timpi, ventilatorul cu rotorul montat direct pe arborele motorului, sistem de suspensie special pentru amortizarea vibrațiilor. Motoarele sînt cu o capacitate cilindrică mică, de 50—75 cm³, și cu o turație cuprinsă între 2 500—8 000 rot/minut, avînd puterea de 2,5 CP. Răcirea acestor motoare se face cu aer și sînt construite pentru regim de lucru stabil. Aparatele au echipamente pentru

stropit şi pentru prăfuit, care se montează după caz (fig. 111). În timpul funcţionării, o parte din aerul din ventilator ajunge deasupra lichidului

Fig. 111. — Aparat cu motor purtat pe spate.

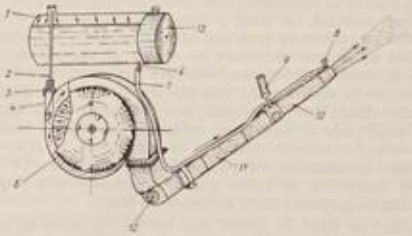


Fig. 112. — Modul de lucru la stropit la aparatul purtat cu motor.

1, ventilator; 2, conductă; 3, racord; 4, conductă de refulare secundară; 5, ventilator; 6, racord; 7, furtun; 8, diuză; 9, suport; 10, cap pentru pulverizare; 11, furtun armat; 12, capac; 13, rezervor pentru benzină (după N. Costachi).

din rezervor determinînd prin presiunea creată, dirijarea lui în racord pînă la robinet. De aici lichidul pătrunde în duză, de unde este laminat pe un profil aerodinamic, datorită acţiunii aerului din ventilator (fig. 112).

Pentru prăfuiri, o parte din aerul debitat de ventilator trece în interiorul buncărului, străpunge coloana de pulbere din interior pînă la partea superioară. De aici pulberea turbionată este antrenată pînă în conducta de refulare a ventilatorului, de unde este dirijată prin tubul de pulveri-

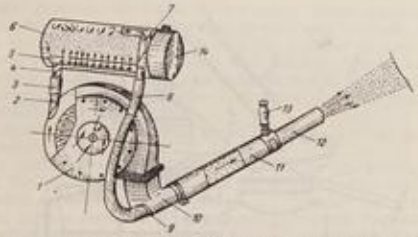


Fig. 113. — Modul de lucru la prăfuit la aparatul purtat cu motor.

1, ventilator; 2, conductă de refulare secundară; 3, furtun; 4, racord; 5, conductă perforată; 6, buncăr; 7, conductă; 8, furtun; 9, racord; 10, conductă de refulare de la ventilator; 11, furtun armat; 12, tub de prăfuit; 13, suport; 14, rezervor pentru benzină (după N. Costachi).

zare şi împrăştiată la exterior (fig. 113). Debitul de lichid şi gradul de dispersare a pulberii se reglează prin schimbarea duzelor. Duzele cu orificiile cele mai mici dau picături cu dimensiunile de 50 μ.

Aceste aparate pot fi folosite în toate culturile şi în special în plantaţiile de vii şi pomi pe terase, terenuri în pantă şi accidentate ş.a.

Aparate de stropit carosate deplasate de om

Aceste aparate se caracterizează prin aceea că sînt montate pe un şasiu cu roţi şi sînt deplasate în cursul lucrului de către lucrătorul care le deserveşte. Fiind de volume variabile, sînt acţionate fie de om, fie de un motor şi au în general tipul de pulverizare mecanică sau pneumatică.

Faţă de aparatele purtate de om, acestea au avantajul unor rezervoare mult mai mari, al unei presiuni mai mari (pînă la 15 kgf/cm^2), asigurînd totodată un regim de presiune aproape constant.

Există numeroase tipuri de astfel de aparate, dintre care mai răspîndit este acela care are camera de uniformizarea presiunii şi pompa montată fix deasupra rezervorului, permiţînd astfel o construcţie simplă şi rezistentă. La noi în ţară se construieşte *aparatul AC-1* care este

folosit în aplicarea tratamentelor în livezi, acolo unde folosirea mijloacelor mecanizate nu este economică sau nu este posibilă (fig. 114).

Aparatul este deservit de trei lucrători, dintre care doi mînuiesc lăncile, iar celălalt acționează pompa și împinge aparatul. Cu acest

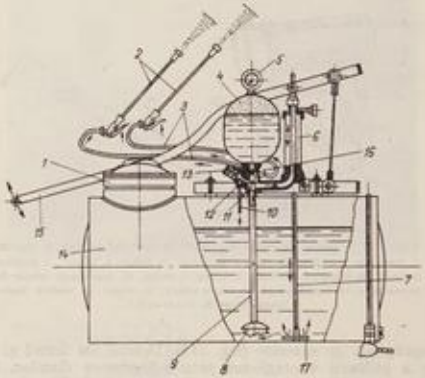


Fig. 114. — Schema aparatului *AC-1*.

1, gura de alimentare; 2, lănci; 3, furtunuri; 4, camera pneumatică; 5, manometru; 6, pompă; 7, tija; 8, cilindru; 9, furtun; 10 conducte; 11, 12, bile supape; 13, supapă de siguranță; 14, rezervor; 15, pinioane de acționare; 16, robinete; 17, agitator (după N. Costakel).

aparat pot fi tratați pînă la 360 de pomi pe zi, numărul de pomi stropiți variind cu diametrul orificiului, presiunea de lucru și diametrul tulpinii la un m de sol. Este acționat de o pompă cu piston.

Mașini de stropit cu tracțiune animală

Limitarea posibilităților de folosire a mașinilor acționate sau purtate pe tractor, din cauza suprafețelor sub 5 ha, a condițiilor de cultură cu distanța mică între rînduri, a înălțimii plantelor ș.a. a dus la realizarea mașinilor cu tracțiune animală.

Mașinile cu tracțiune animală se utilizează pe parcele mici, pe pante pînă la 20°, în vii cu distanța între rînduri pînă la 1,5 m, acolo

unde nu sînt condiții de mecanizare. Mașinile cu tracțiune animală au indici apropiați de cei ai mașinilor acționate de tractor și sînt superioare aparatelor de stropit carosate sau purtate de om. După modul de funcționare, deosebim mașini acționate de roțile de transport și mașini acționate de motor.

Mașinile acționate de roțile de transport. Aceste mașini sînt destinate culturilor de cîmp, de legume, pepinierelor viticole, viilor sau oriunde se pot aplica tratamente care să nu necesite ca mașina să stea pe loc. Pompa și agitatorul mașinii sînt acționate de la axul roților pentru transport, din care cauză funcționează numai în timpul mersului. Execută pulverizarea mecanică și au o presiune de regim cuprinsă între 2 și 7 kgf/cm².

Se cunosc astfel de mașini pentru culturi de cîmp și pepiniere viticole și mașini pentru vii.

Unele tipuri de astfel de mașini au pompe cu piston, altele cu membrană, iar altele rotative. Mișcarea de la axul roților este transmisă astfel: pentru pompele cu piston printr-un dispozitiv cu excentric sau cu ax cotit, pentru pompele cu membrană printr-un dispozitiv cu pîrghie, iar pentru pompele rotorului printr-un multiplicator cu roți dințate.

Mașina MSV-A. Construită în țara noastră, mașina MSV-A se folosește pentru stropitul viilor; are tracțiune animală și este acționată de la roți. Este simplă, ușor de mînuit și dispune de două pompe cu piston montate sub rezervor și puse în mișcare de axul cotit al roților pentru transport. Pe partea superioară a rezervorului este fixată camera de uniformizarea presiunii, iar lateral lăncile pentru stropit (fig. 115), care se pot fixa la diferite înălțimi. Fiecare lance este prevăzută cu patru capete de pulverizare. Pe camera de uniformizare a presiunii sînt montate manometrul, supapa de siguranță, robinetele și racordurile cu furtunele de refulare. Capetele de pulverizare sînt orientabile (fig. 116). La mașină se pot regla debitul de lichid, poziția lăncii și a capetelor de pulverizare.

Cînd este nevoie de un consum mai mic de lichid, în cazul primelor tratamente se suspendă 1—2 capete de pulverizat, de preferat din cele de la partea superioară a lăncilor. Distanța dintre lance și rîndurile de viță este de 250—300 mm. O distanță mai mare face ca o mare cantitate de picături să cadă pe sol, iar o distanță mai mică face o stropire necorespunzătoare, rămînînd zone netratate, care alternează cu zone îmbăiate.

Mașinile cu tracțiune animală acționate de motor. În cadrul acestor mașini deosebim numeroase tipuri: pentru culturile de cîmp, de legume, vii, livezi, cu pulverizare pneumatică, mecanică sau mixtă. Motoarele folosite sînt în general cu benzină în doi timpi, cu un cilindru, răcite cu aer. La unele tipuri sînt prevăzute motoare în patru timpi. După modul de folosire, capacitatea rezervorului este cuprinsă între 200 și 500 l. Au un sistem de agitare mecanic sau hidraulic. Sînt mașini cu stabilitate bună, care pot fi folosite pe o pantă pînă la 20°.

Mașinile cu pulverizare mecanică lucrează cu zemurile în concentrație normală, deci cu un consum mare de lichid, iar în livezi înălțimea maximă pe care o atinge jetul este de 8 m.

Fig. 115. — Mașina *MSV-A* (foto N. Costache).

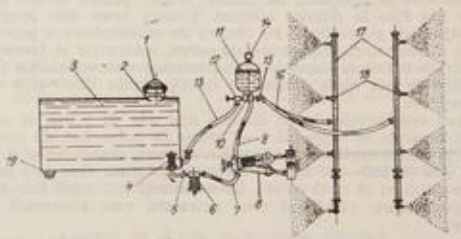


Fig. 116. — Schema procesului tehnologic al mașinii *MSV-A*.
1, capac; 2, sită; 3, rezervor; 4, filtru aspirație; 5, 15, robinete; 6, filtru fin; 7, 9, 13, 16, furtune; 8, pompă; 10, corp de distribuție; 11, manetă pneumatică; 12, suspapă de siguranță; 14, manometru; 17, lănci; 18, aspectele pentru pulverizare (după N. Costache)

Mașinile cu pulverizare pneumatică și mixtă lucrează cu zemuri concentrate, deci cu un consum de lichid de 1—10 ori mai redus, cu o pulverizare foarte fină, iar jetul poate atinge 20—25 m. La stropirile

prin îmbăiere care se aplică iarna sînt de preferat mașinile cu pulverizare mecanică, deoarece cele cu pulverizare pneumatică din cauza picăturilor fine au pierderi mari de zemuri de stropit.

Mașinile cu tracțiune animală acționate de motor au obișnuit echipament atît pentru stropiri în livezi, cît și pentru culturile de cîmp.

Mașini de stropit tractate de tractor

Aceste mașini au pulverizarea pneumatică sau mixtă, determinată de ventilatoare puternice, care asigură un debit de aer cu o viteză de peste 50 m/sec, o pulverizare foarte fină și o înălțime mare de lucru. Motoarele montate pe mașini au o putere de 15—60 CP.

Dispozitivele de stropit pot fi cu jet tronconic, în care caz este necesar un ventilator centrifugal, sau cu jet în evantai, cu ventilator axial. Ventilatoarele centrifugale dau un debit pînă la 3 500 m^3/h și presiuni pînă la 350 mm coloană apă, iar cele axiale dau presiuni mai mici, însă debitul poate atinge 50 000 m^3/h.

Mașinile cu pulverizare pneumatică sînt acționate de motor propriu, iar cele cu pulverizare mixtă sînt acționate de la priza de putere a tractorului. Aceste tipuri de mașini sînt folosite în lucrările de stropiri în livezi în cazul plantațiilor mari cu o pantă pînă la 10°. Capacitatea rezervorului poate ajunge la 2 000 l. Înălțimea de lucru la mașinile cu dispozitiv de pulverizare tronconic este de 25—30 m, iar la cele cu dispozitivul în evantai de 8—10 m. Mașinile cu dispozitivul de pulverizare în evantai, stropind continuu din mers, pierd o mare parte din lichid atunci cînd în plantație sînt goluri sau distanțe mari între pomi. Un tip

Fig. 117. — Mașina *SO 50*.

dintre aceste mașini este *SO 50* (fig. 117), tractată și acționată de un tractor de putere mijlocie. Este echipată atît pentru tratamente în livadă, cît și pentru tratamente în cîmp. Are pompă cu piston. Pentru umplere lichidul este aspirat de către pompă, trecut printr-un filtru și refulat în

rezervor prin gura de alimentare. Pentru stropire lichidul este condus în dispozitivele de pulverizare, iar surplusul de lichid se întoarce în rezervor printr-o conductă specială. Dispozitivul de pulverizare este format dintr-un ventilator, care antrenează lichidul venit sub presiune în cele 8 duze refulîndu-l pînă la înălțimea de 10 m (fig. 118).

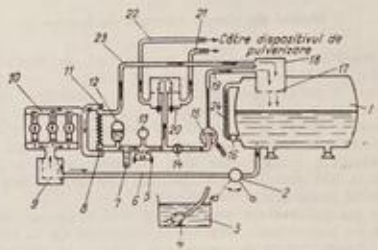


Fig. 118. — Schema procesului tehnologic al mașinii *SO 10*.
1, rezervor; 2, robinet; 3, teuiu; 4, filtru; 5, racord; 6, 19, 21, 22, 23, furtune; 7, 9, filtre; 8, 11, supape; 10, pompă; 12, cameră pneumatică; 13, manometru; 14, 16, robinete; 15, ejector; 17, știi; 18, gură de alimentare; 20, robinet; 24, știft de nivel (după N. Costache).

Atît mașinile cu motor propriu și tractate de tractor, cît și mașinile tractate și acționate de tractor sînt pentru culturi de ses și nu pot fi folosite în plantații pe terenuri accidentate cu panta mai mare de 12°.

Mașini de stropit purtate de tractor

Sînt mașini de stropit viile, culturile de legume și culturile de cîmp, cu pulverizare mecanică, pneumatică sau mixtă. Aceste mașini pot avea debite pînă la 14 000 l/h, lucrează la o presiune pînă la 30 kgf/cm². Rezervoarele pentru mașinile de stropit în vie au un volum mediu de 300 l, iar în cazul celor pentru stropit în culturile de legume montate pe șasiu, de 600 l. În vii se utilizează duzele cu jet în formă de evantai, care dau pierderi de două ori mai mici decît cele tangențiale. Aceste tipuri de mașini stropesc cîte două rînduri, iar productivitatea variază după distanța dintre rînduri și viteza de lucru. Viteza maximă de deplasare este de 4 km/h, iar productivitatea este cuprinsă între 0,35 și 0,5 ha/h. Normele de lichid sînt cuprinse între 600 și 3 200 l/ha. Mașinile cu

pulverizare mixtă sînt prevăzute cu ventilator și cu piston. Ele se folosesc în aplicarea tratamentelor în vie și livezi și realizează un tratament mai fin și mai uniform.

Pentru culturile de legume se folosesc mașini montate pe șasiuri autopropulsate. Mașinile sînt demontabile, au lățimea de lucru cuprinsă între 6 și 10 m și sînt cu pulverizare mecanică. Capacitatea rezervorului este de 600—800 l. Mașina pe șasiu autopropulsat întrunește toate condițiile pentru executarea lucrărilor de stropit în culturile de legume și în culturile de cîmp în timpul vegetației.

Mașinile pentru stropit autopropulsate

Aceste mașini sînt echipate cu sursă de energie proprie și cu toate dispozitivele necesare pentru conducere și autodeplasare. Au un grad de mobilitate mai scăzut decît la mașinile purtate pe tractor și nu pot fi folosite pe terenuri cu panta superioară de 8°. Instalația de stropit e formată dintr-un rezervor și o pompă cu piston. Camera de uniformizarea presiunii și dispozitivele de pulverizare sînt montate pe un șasiu cu 4 roți și acționate de un motor cu 5—15 CP. Capacitatea rezervorului este de 200—600 l, iar presiunea de lucru 80 kgf/cm². Sînt folosite în plantații de pomi și culturi de cîmp. Sînt mașini complicate, scumpe și puțin economice.

Aparate și mașini de prăfuit

Aplicarea tratamentelor prin prăfuire prezintă față de stropiri o serie de avantaje, cum sînt : aparate și mașini de construcție mai simplă ; manipularea unui material necesar la hectar în cantități mult mai mici decît în cazul stropirilor ; productivitatea mașinilor de prăfuit este de două ori mai mare decît a celor de stropit ; tratamentele sînt mai uniforme, gradul de uniformitate al tratamentului avînd valoarea de 85% față de 70% la cele mai perfecționate mașini de stropit ; mașinile au un coeficient mai mare de siguranță în exploatare, de 0,85—0,90 față de 0,7—0,8 la mașinile de stropit.

Aceste tratamente au în schimb și o serie de dezavantaje, cum sînt : tratamentele nu se pot executa decît pe un timp liniștit ; prăfuirea nu poate fi folosită în tratamentele de iarnă și în combaterea mai multor boli ; au un consum ridicat de substanță activă și o remanență mai redusă ș.a.

Dispersarea produselor fitofarmaceutice sub formă de pulbere și transportul particulelor se fac cu ajutorul unui curent de aer, principiu comun la toate aparatele și mașinile de prăfuit.

O clasificare a aparatelor şi a maşinilor de prăfuit se poate face după modul de acţiune şi de folosire :

După modul de acţiune şi sursa de energie, deosebim aparate purtate de om, acţionate manual sau cu motor ; aparate carosate, acţionate de roţile de transport sau de motor ; maşini cu tracţiune animală, acţionate de la roţile de transport sau de motor, sau purtate şi acţionate sau nu de tractor.

După modul de folosire, deosebim aparate şi maşini folosite în vii, în plantaţii de pomi şi în culturi de cîmp şi de legume.

După modul de agitare şi de distribuire a pulberii, deosebim maşini cu dispozitive mecanice şi cu dispozitive pneumatice.

Aparate de prăfuit purtate şi acţionate de om

Aparatele de prăfuit purtate sînt cele mai vechi folosite în protecţia plantelor. Primele din aceste tipuri acţionate cu foale le găsim indicate în literatură în anul 1800.

Folosirea acestor aparate este limitată ca urmare a folosirii maşinilor de prăfuit, deoarece folosirea lor pe suprafeţe mari este nerentabilă.

După modul de construcţie, deosebim două feluri de aparate de prăfuit : aparate cu burduf şi aparate cu ventilator.

Aparatele cu burduf pot avea unul sau două burdufuri, care dau un curent de aer pulsatoriu. Sînt purtate pe spate de către om, care le

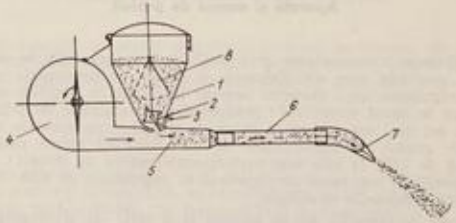


Fig. 119. — Aparatul de prăfuit *AP-V*.
1, buncăr ; 2, distribuitor ; 3, sită ; 4, ventilator ; 5, conductă de refulare ; 6, bazor ; 7, cap de pulverizare ; 8, agitator (după N. Costachi).

acţionează cu ajutorul unei manivele. Există numeroase tipuri de astfel de aparate, toate bazate pe acelaşi principiu.

Capacitatea utilă a unui aparat este de 5—7 kg sau 5—15 cm³, iar greutatea goală de 5—10 kg. Aceste aparate au defectul că refulează amestecul aer-pulbere pulsatoriu, din care cauză produce o distribuire neuniformă a pulberii de prăfuit.

Aparatele cu ventilator au acelaşi principiu de funcţionare, cu deosebirea că organele de distribuire a pulberii au o mişcare de rotaţie continuă. Indiferent de tipul de aparat, ele sînt purtate în faţă şi constituite dintr-un rezervor (buncăr) cilindric sau tronconic, dintr-un ventilator centrifugal, un mecanism de distribuţie şi agitare a pulberii şi un multiplicator de ture cu roţi dinţate, care face ca turaţia manivelei să fie mărită la ventilator pînă la 50 de ori.

Aparatul AP-V este un tip de aparat cu ventilator construit la noi (fig. 119). Se utilizează pe suprafeţe mici, în vii şi în culturi de legume şi de cîmp avînd o productivitate medie de 0,05 ha/h.

Aparatele acţionate de motor şi purtate de om sînt aparate cu ventilator, unde rezervorul de lichid este înlocuit cu buncărul pentru pulbere (pag. 469).

Aparate de prăfuit carosate, acţionate de roată şi de motor

Tipurile acţionate de roată se folosesc obişnuit în culturile de cîmp. Pulberea este împrăştiată printr-un ventilator pus în funcţiune prin mişcarea roţii.

Aparatul cu motor este destinat în special pomiculturii. Este echipat cu un motor de 2 CP în doi timpi, cu centrifugal, ventilator cu rotorul fixat direct pe arborele cotit al motorului. Capacitatea buncărului de praf este în medie de 10—15 dm³, iar înălţimea de lucru 25 m. Poate fi folosit şi în alte culturi, însă numai pe parcele mici. Majoritatea acestor tipuri de aparate pot fi purtate şi pe o targă de către doi muncitori. Aparatul realizează o productivitate medie cuprinsă între 0,3 ha/h şi 1,3 ha/h. Nu poate fi folosit în vii.

Maşini de prăfuit cu tracţiune animală. Aceste maşini sînt destinate terenurilor în pantă, unde combaterea nu poate fi mecanizată, sau suprafeţelor mici. La aceste maşini deosebim două tipuri : maşini acţionate de roată şi maşini acţionate de motor.

Maşinile acţionate de roată. Aceste tipuri de maşini sînt destinate culturilor de cîmp, plantaţiilor de pomi şi în viile cu distanţa între rînduri de peste 1,8 m. Sînt montate pe un şasiu cu două roţi. Capacitatea medie a buncărului este de 45—60 dm³, lăţimea de lucru 3—6 m, productivitatea maşinilor 0,8—1,2 ha/h, realizînd o normă medie de 15—35 kg/ha. După tipul de maşini, ele pot fi trase de 1 sau 2 cai de talie mijlocie.

Maşina pentru prăfuit în vii MPV-A. Această maşină se foloseşte în viile a căror distanţă de plantare este cuprinsă între 1,1 şi 1,5 m. Este trasă de un cal şi deservită de un singur muncitor (fig. 120). Acţionarea maşinii se face de la axul roţilor pentru transport. Poate fi folosită şi în culturile de cîmp, în care caz se echipează cu lănci orizontale. Maşina se compune dintr-un buncăr cu agitator inte-

rior, un ventilator, multiplicator de ture, cap de pulverizare și mecanismul de cuplare și decuplare a transmisiei și reglarea debitului de praf, toate montate pe un șasiu. Ventilatorul este de tip centrifugal. Praful din buncăr, datorită acțiunii agitatorului și distribuitorului,

Fig. 120. — Mașina de prăfuit în vii *MPV-A*.

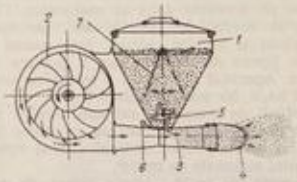


Fig. 121. — Schema procesului tehnologic al mașinii *MPV-A*.

1, buncăr; 2 ventilator; 3, conductă de refulare; 4, dispozitiv pentru pulverizare; 5, distribuitor; 6, 7, agitator (după N. Costenko).

curge în conducta de refulare a ventilatorului, de unde intră sub acțiunea aerului debitat de ventilator. Amestecată cu aerul, pulberea este transportată către capul de pulverizare, de unde este împinsă afară sub forma a două jeturi laterale, orientate către rîndurile de viță (fig. 121). În timpul lucrului, mașina se deplasează în vie sub forma de suveică, intrînd de fiecare dată pe al treilea interval dintre rînduri.

Atunci cînd via este mare, se intră pe al doilea interval. Are o productivitate cuprinsă între 0,6 și 1 ha/h și înlocuiește lucrul a 15 aparate purtate. Este o mașină ușor de mînuit, în care se pot folosi toate produsele fitofarmaceutice cunoscute, sub formă de pulbere.

Mașinile de prăfuit purtate de tractor sînt mașini simple, ușoare și cu productivitate ridicată. Deși au numeroase avantaje, ele sînt folosite pe o scară redusă, deoarece se folosesc numai pentru prăfuirea simplă-uscată. Ele se folosesc în toate sectoarele, în special în vii.

În general sînt alcătuite dintr-un buncăr cu o capacitate de 40—100 dm^3, un ventilator cu turația de 1 500—3 000 de ture/min și cu un debit de aer de 2 000—4 000 m^3/h, un sistem de agitație și distribuire mecanic sau pneumatic, un mecanism pentru reglarea debitului de pulbere. Are o productivitate pînă la 4 ha/h.

Mașina pentru prăfuit MPV-9. Această mașină este destinată aplicării tratamentelor prin prăfuiri în vii și pomi, pentru care se echipează cu un dispozitiv corespunzător.

În vii, distanța dintre rînduri trebuie să fie mai mare de 1,5 m, iar în livezi înălțimea maximă de lucru este de 15 m. Nu prezintă dispozitive de agitare a pulberii și nici pentru distribuire. Aceste lucrări se fac pneumatic. În vii, normele de pulbere care se pot realiza cu această mașină sînt cuprinse între 5 kg/ha și 88 kg/ha. În livezi realizează o productivitate medie de 3 ha/h, iar în vii 0,8—1,8 ha/h. Este o mașină puțin pretențioasă, deoarece are o construcție simplă.

Mașini de stropit și prăfuit

Aceste mașini întrunesc avantajele mașinilor de stropit, și ale celor pentru prăfuit. Ele pot lucra atît cu lichid, cît și cu praf, fie separat, fie simultan executînd și lucrări de prăfuire umedă.

Sînt mai economice decît mașinile simple.

O clasificare a mașinilor mixte se face după modul de acționare și sursa de energie, după metodele de pulverizare și după destinație.

După modul de acționare și sursa de energie deosebim mașini cu tracțiune animală, mașini tractate de tractor și purtate de tractor. În prima categorie deosebim mașini acționate de la roțile de transport și acționate de motor propriu; în a doua categorie mașini acționate de motor propriu sau de tractor, iar în ultima categorie mașini acționate de tractor.

După metoda de prăfuit, deosebim aceleași categorii de prăfuitoare ca și la mașinile de stropit prin pulverizare mecanică, pneumatică și mixtă.

După modul de folosire, deosebim mașini pentru stropit și prăfuit în culturi de cîmp, legume și pepiniere viticole; mașini pentru stropit și prăfuit în livezi, culturi de cîmp și legume; mașini care pot fi folosite în toate tipurile de culturi.

Mașini de stropit și prăfuit cu tracțiune animală

Acest tip de mașini este folosit în terenurile unde lucrările mecanizabile nu sînt economice sau nu se pot face.

Mașini de stropit și prăfuit cu tracțiune animală acționate de roți. Marea majoritate a acestor mașini au un cadru de metal comun mașinilor de stropit sau de prăfuit simple, care funcționează pe baza acelorași principii și la care se montează după nevoie utilajul de stropit sau de prăfuit.

Mașina MSP-A. Această mașină este construită la noi în țară și este destinată aplicării tratamentelor prin stropiri și prăfuiri în culturi de cîmp, de legume și pepiniere viticole (fig. 122). Poate fi folosită și pe pante mai mari de 12°. Este tractată de doi cai și acționată de roțile

Fig. 122. — Mașina *MSP-A* (foto N. Costache).

de transport. Este compusă dintr-un cadru prevăzut cu două roți, un buncăr de praf, un rezervor, lănci de stropit, două pompe cu piston și un ventilator centrifugal.

Atît pompele, cît și distribuitorul de pulbere și multiplicatorul de ture sînt acționate de roțile pentru transport. Mașina se alimentează manual. Lichidul turnat în rezervor trece prin filtru, apoi prin conducte la pompe, unde este aspirat, apoi refulat în camera de uniformizarea presiunii. Aici, se produce egalizarea debitului, iar lichidul este condus la presiune în lăncile mixte. Pe aceste lănci sînt montate capetele de pulverizare, care împrăștie lichidul în picături fine.

Cînd mașina lucrează cu pulbere, aceasta cade din buncăr, fiind împinsă de agitator și distribuitor în conducta de refulare a ventilatorului. Aerul debitat de ventilator conduce pulberea prin conducte la orificiile țevilor tronconice, de unde este proiectat afară, formînd o

pînză continuă. Cînd se execută un tratament mixt, în interior are loc un proces tehnologic, care rezultă din îmbinarea celor două procese tehnologice de stropit și de prăfuit. În cazul prăfuirilor umede, operația se face fie prin umectarea pulberii la ieșirea din lance, fie prin umectarea plantelor pe care se va depune pulberea (fig. 123).

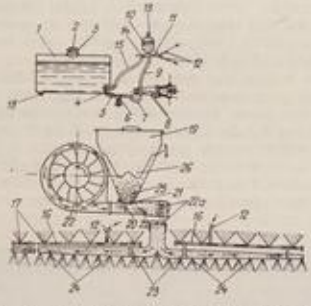


Fig. 123. — Schema procesului tehnologic al mașinii MSP—A.

1, rezervor; 2, gura de alimentare; 3, sită; 4, filtru grosier; 5, 11, robinete; 6, filtru fin; 7, 13, 15, furtune; 8, pompe; 10, manetă manevrantă; 12, manometru; 14, suport de sigurență; 16, conducte de lichid; 17, ajutaje pentru pulverizare; 18, leagăn pentru pulbere; 19, buncăr; 20,21bis, 21, racord; 22, conductă de refulare; 22a, fontan aerant; 23, racord bifurcat; 24, conducte de praf; 25, distribuitor; 26, agitator (după N. Costache).

În condiții optime de lucru, mașina are o productivitate de 0,7—1,2 ha/h la stropit și de 1,5 ha/h la prăfuit, reducînd cu 90% cheltuielile directe necesitate de stropit cu aparate purtate de om.

Mașini pentru stropit și prăfuit cu tracțiune animală acționate de motor. Aceste mașini sînt folosite în livezi. Au înălțime mică și pot lucra pe terenuri cu panta pînă la 20°. Pot fi tractate și de tractor. Sînt puse în funcțiune de un motor de 4—8 CP. Au pulverizare pneumatică, debitul mediu al pompei de 30 l/minut, înălțimea de lucru medie la stropit fiind de 15 m, iar la prăfuit de 20 m.

Productivitatea medie a acestor tipuri de mașini este de 0,6 ha/h la stropit și 2 ha/h la prăfuit.

Mașini de stropit și prăfuit tractate și acționate de tractor. Cu aceste mașini se aplică lucrările de protecție a plantelor, în terenurile meca-

nizabile ocupînd un loc important în aceste lucrări. Ele sînt destinate aplicării tratamentelor în livezi şi culturi de cîmp, necesită un tractor de putere mijlocie şi pot fi folosite în terenurile cu pantă pînă la 12°. Sînt prevăzute cu un cadru metalic cu două roţi, pe care sînt instalate rezervorul de lichid, buncărul de pulbere, pompa, ventilatorul, transmisia şi dispozitivele de comandă. Maşinile sînt acţionate de la priza de putere a tractorului prin intermediul axului cardanic. După tipul de pompă care îl au, sînt maşini cu pulverizare pneumatică şi cu pulverizare mecano-pneumatică. Sînt maşini grele, care formează agregate lungi şi care necesită o rază de întoarcere de 5 m.

Dintre aceste maşini sînt cunoscute tipurile *S-872* şi *S 872-2*, care sînt reprezentative pentru această categorie (fig. 124). Maşina S 872-2 are o capacitate mai mare. Maşina S 872 are înălţimea de lucru 20 m şi productivitatea de 0,7 ha/h la stropit şi 2 ha/h la prăfuit. Este o maşină destinată numai pentru pomicultură. Maşina S 872-2 nu se deosebeşte din punct de vedere funcţional de S 872. Este destinată atît plantaţiilor de pomi, cît şi culturilor de cîmp. Ambele maşini se folosesc în terenuri cu o pantă pînă la 8°, în agregat cu tractorul Universal-26.

Fig. 124. — Maşina S-872.

Maşini pentru stropit şi prăfuit purtate de tractor. Aceste maşini sînt cele mai avantajoase tipuri pentru protecţia plantelor, deoarece sînt purtate; se adaptează la toate culturile la care pot realiza cerinţele specifice ale acestora; se pot monta pe toate tipurile de tractoare şi pe şasiuri autopropulsate. Au pulverizare mecano-pneumatică. Au dezavantajul că nu pot fi echipate cu rezervoare de mare capacitate.

Din această grupă fac parte maşinile MSP-8, MSP-P şi MSP-300, construite în ţara noastră.

Maşina MSP-8. Este o maşină destinată lucrărilor de stropire şi prăfuire în culturi de cîmp şi în culturile de legume. Posedă o instalaţie pentru stropit şi una pentru prăfuit, care se montează una în locul alteia, pe tractorul Universal-26. Este o maşină purtată, acţionată de axul cardanic al acestui tractor.

Maşina se încarcă automat. Acţionarea organelor, indiferent de destinaţia pe care o au — pentru stropit sau pentru prăfuit —, se face cu ajutorul aceleiaşi transmisii, iar funcţionarea este asigurată de aerul primit de la un compresor cu pistoane rotative.

Productivitatea medie a maşinii este de 2 ha/h la lucrările de stropit şi 2,5 ha/h la lucrările de prăfuit.

Această maşină are în prezent o folosire mai redusă.

Maşina MSP-P. Construită în ţară, maşina MSP-P este destinată plantaţiilor de pomi, culturilor de cîmp şi de legume pentru lucrările de stropiri, prăfuiri şi prăfuiri umede. În livezi este tractată şi acţionată de tractorul Universal-26 P, iar în celelalte culturi de tractorul Universal-26. Este folosită pentru suprafeţe mari cu o pantă pînă la 20° în livezi şi de 12° în culturi de cîmp. Execută pulverizări mecanice şi mecano-pneumatice cu realizarea unor picături foarte fine.

Cu această maşină se aplică tratamente atît în cursul vegetaţiei, cît şi în timpul repausului vegetativ şi se pot face lucrări de stropire prin îmbăiere, stropiri fine, prăfuri, prăfuiri umede. Lucrează cu consum mic de lichid şi cu concentraţii ridicate.

Ansamblul maşinii este compus dintr-un rezervor, un buncăr pentru pulbere, un ventilator, o pompă, o cameră de uniformizare a presiunii, multiplicator de ture şi dispozitive pentru pulverizare şi pentru prăfuire, montate pe un cadru de fier (fig. 125). În cazul tratamentelor prin stropire, după alimentarea cu lichid a rezervorului cu ajutorul furtunului de alimentare; cu ajutorul supapei de siguranţă se reglează presiunea la valoarea 10—15 kgf/cm^2. Lichidul din rezervor este condus prin filtre de rampa de admisie a pompei. Lichidul absorbit este apoi refulat în camera de uniformizarea presiunii, de unde pătrunde apoi cu mare viteză sub forma unui jet în dispozitivul de pulverizare, care poate fi tronconic sau în evantai în cazul tratamentelor în livezi sau poate fi lănci mixte în cazul tratamentelor în culturile de cîmp. Dispozitivul în evantai se foloseşte în livezile tinere în cursul vegetaţiei, obţinîndu-se o pulverizare fină.

Dispozitivul tronconic se foloseşte atît pentru tratamentele prin îmbăiere în timpul iernii, cît şi în tratamentele din timpul vegetaţiei. Lăncile manuale se folosesc la tratamentele de iarnă şi în livezile tinere.

În cazul tratamentelor prin prăfuiri, pulberea introdusă în buncăr, acţionată de agitator şi de distribuitor, cade în conducta de admisie a ventilatorului. O dată cu aerul, pulberea este admisă şi refulată în

Fig. 125. — Mașina MSP-P.

a, folosirea în lucrarea cultivatorului de cîmp; b, folosirea în lucrul în timpul vegetației; c, folosirea în tratamentul de iarnă.

dispozitivul de prăfuit, de unde este proiectată cu viteză afară o dată cu aerul (fig. 126).

În cazul în care se fac prăfuiri umede sau tratamente mixte, pulberea se întîlnește cu lichidul la ieșirea din dispozitivul de pulverizare, se umectează și este dusă pe obiectele de tratat.

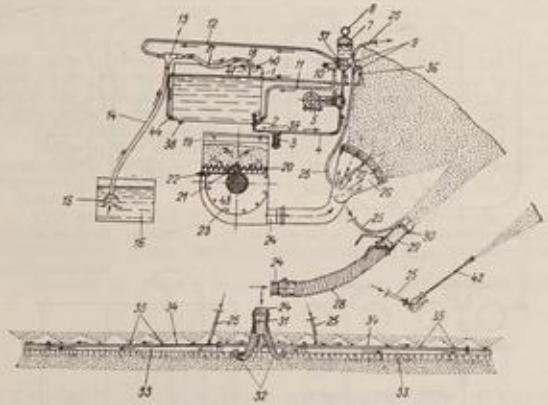


Fig. 126. — Schema procesului tehnologic al mașinii MSP-P.

1, rezervor; 2, 3, 5, țîțîni; 4, 6, 11, 27, 30, 34, 36, conducte; 8, pompă; 7, cameră pneumatică; 8, manometru; 9, 37, 39, robinete; 10, supapă de siguranță; 12, 14, 17, 25, furtune; 13, ejector; 16, buște; 18, ștuțuri de jet; 19, branșe; 20, agitator; 21, distribuitor; 23, mecanism pentru reglarea debitului de praf; 24, ventilator; 26, conducte de refulare; 28, dispozitiv pentru pulverizare în evantai; 28, 32, furtune de conducere aerul; 29, dispozitiv de pulverizare tronconic; 13, racord bifurcat; 36, duze; 38, dop de scurgere; 40, gură de alimentare; 41, sită; 42, buce manuală; 43, gură de admisie ventilator; 44, dispozitiv de aățare după N. Costaache.

Productivitatea mașinii variază după tipul de cultură în care este folosită, și anume la stropiri: în livadă 0,5—1,0 ha/h, în culturi de cîmp 1,4—3,0 ha/h; la prăfuiri: în livadă 1,1—3,2 ha/h, în culturi de cîmp 1,8—4,0 ha/h. Prin folosirea acestei mașini, cheltuielile directe se reduc cu 45%—60%.

Valoarea debitului de lichid se determină după formula $n.\ q = \frac{N.\ L.\ v}{600}$, în care N este norma prescrisă în l/min, L — lățimea de lucru în m, v — viteza de lucru maximă stabilită în km/h, n — numărul duzelor montate pe lancea de pulverizare, q — debitul printr-o duză în l/min.

Valoarea lui L în culturi de cîmp este de 8 m, în livezi jumătatea distanței dintre rînduri, valoarea lui n este de 5 m în dispozitiv de evantai și în dispozitiv tronconic și 16 m culturi de cîmp.

La deplasarea în livadă pentru stropiri, folosindu-se fie dispozitivul în evantai, fie cel tronconic, agregatul se deplasează în așa fel

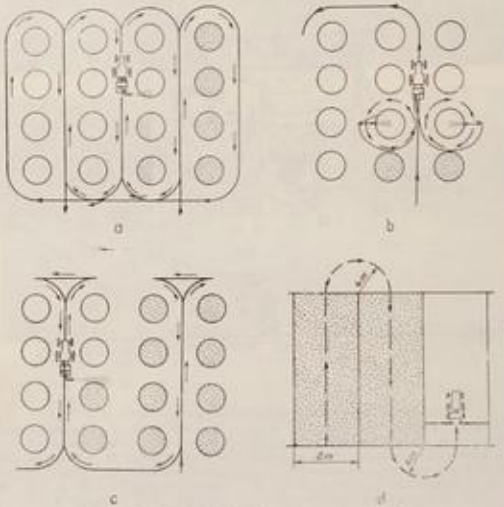


Fig. 127. — Metode de lucru cu mașina MSP-P.

a, stropiri în livadă în sensul vegetației; b, stropiri de întîlnire cu liniști succesive; c, prăfuiri în livadă; d, stropiri și prăfuiri în culturi de cîmp și de terenuri înclinate (după N. Costachi).

că trebuie să trateze fiecare rînd întîi pe o parte și apoi pe cealaltă (fig. 127); la stropitul și prăfuitul în livadă, agregatul se deplasează în formă de șuviță.

Mașina MSP-300. Construită la noi în țară, mașina MSP-300, este destinată pentru aplicarea tratamentelor în vii, livezi și culturi de cîmp. Mașina este purtată și acționată de tractor, deservită de tractorist și de un al doilea om în cazul cînd se lucrează în livezi cu dispozitivul de pulverizare tronconic. Mașina de construcție simplă, are ambele instalații de stropit și prăfuit montate permanent pe cadru; este compusă dintr-un rezervor pentru lichid, un buncăr pentru pulbere, o pompă centrifugă, un ventilator centrifugal, un dispozitiv pentru pulverizare și pentru prăfuit. Pentru pulverizare, dispune de următoarele dispozitive: pentru vie, palmat, pentru livadă, tronconic, pentru livadă și culturi de cîmp. Posedă o metodă pneumatică de pulverizare.

Dispozitivul palmat de pulverizare se folosește în livezile cu pomi înalți pînă la 10 m, iar cel tronconic în livezile cu înălțimea pomilor peste 30 m și la stropirile prin îmbăiere. Pentru stropiri în vii, dispozitivul are 10 duze dispuse cîte 5 pe fiecare bară, permițînd tratarea a două jumătăți de rînd la o trecere. Pentru culturile de cîmp, capetele de pulverizare montate tangențial pulverizează lichidul mecanic.

Pulberea este distribuită pneumatic. La prăfuirea umedă funcționează ambele instalații, iar pulberea întîlnește lichidul la ieșirea din dispozitivele de pulverizare, unde este conectat și purtat în aer pînă la obiectul de tratat.

Prin marea gamă de norme de lichid la hectar pe care le are, această mașină permite ca la utilizarea ei să se folosească produsele fitofarmaceutice într-o gamă de concentrații pînă la 10 ori concentrația normală.

Normele de pulbere folosite sînt cuprinse între 5 și 90 kg/ha.

Instalații de prăfuit și stropit purtate de avion și elicopter

Condițiile de relief al solului, precum și suprafețele mari pe care urmează să se facă tratamente și unde mijloacele terestre nu pot fi utilizate sau utilizarea lor nu este economică, au pus problema folosirii aviației în lucrările de protecție a plantelor. Introdusă în practică cu puțin timp înainte de cel de-al doilea război mondial, aviația de protecție a plantelor a fost folosită la noi din anul 1946, la început numai în combaterea lăcustelor.

Folosirea avionului și a elicopterului prezintă avantajele unei productivități ridicate; se poate interveni rapid, și se poate lucra independent de condițiile de cultură, de teren și de sol, necesitînd brațe de muncă puține.

Dezavantajele acestor mijloace constau în costul ridicat al orei de zbor, în imposibilitatea de a fi aplicate cînd vîntul are o putere mai mare de 2 m/sec la prăfuit și 4 m/sec la stropit, precum și în faptul că nu pot fi utilizate în vii și livezi. Față de elicopter, avionul mai are și dezavantaje ca: necesitatea de a avea pentru tratament parcele mari, de a avea teren special pentru aterizare și decolare și că nu poate fi utilizat în terenurile puternic accidentate. Din această cauză este

preferat elicopterul, care dă un curent de aer descendent favorabil executării unor tratamente în toate condițiile, nu necesită teren mare pentru decolare și aterizare, poate zbura și cu viteze mici și la înălțimi mici de obiectele de tratat și pot fi utilizate și pentru vii și plantații de pomi și în orice condiții de teren.

Caracteristicile generale ale utilajelor de prăfuit și stropit de pe avion și elicopter sînt : rezervorul, care este folosit atît pentru lichid, cît și pentru pulbere ; acționarea organelor și a instalațiilor de prăfuit și de stropit se face de la o elice specială, acționată de curentul de aer în timpul zborului.

Instalațiile pentru stropit sînt prevăzute cu o pompă centrifugală, un agitator, un dispozitiv pentru pulverizare.

Pulverizarea lichidului se face prin metoda mecano-pneumatică, adică lichidul este pulverizat la început mecanic, prin presiune sau prin centrifugare, și apoi pneumatic, sub acțiunea curenților care se creează în timpul zborului.

Pulverizarea se face prin lănci așezate sub aripa inferioară în cazul avionului și sub fuselaj în cazul elicopterului. Pe lănci se montează capetele de pulverizare tangențiale sau în evantai la distanțe egale. Atît la avion, cît și la elicopter, orientarea capetelor de pulverizare se face în direcția zborului. Această orientare contribuie la o mai bună pulverizare a lichidului. În cazul dispozitivului de pulverizat numai mecanic, lichidul care vine printr-o țeavă este proiectat printr-o serie de orificii pe o bară și este împrăștiat într-un val fin (fig. 128).

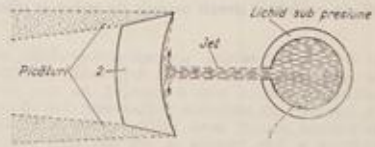


Fig. 128. — Schema de funcționare a dispozitivului de pulverizare cu bară pentru spargerea jeturilor.
1, conductă cu orificii radiale ; 2, bară ținută N. Costachi.

Caracteristicile unui avion pentru protecția plantelor în medie sînt : capacitatea rezervorului 200—3 500 l ; capacitatea utilă de prăfuit 200—400 kg ; debitul de lichid 36—420 l/min ; debitul de pulbere 12—90 kg/ha ; normele de lichid 50—200 l/ha ; normele de pulbere 20—120 kg ; viteza de lucru 100—225 km/h ; înălțimea de zbor 6—30 m ; presiunea de lucru la stropit 1,5—40 kgf/m², productivitatea la stropit în ha/zi 100—350 ; productivitatea la prăfuit 250—850 ha/zi.

În afară de lucrările de stropit și prăfuit, avionul și elicopterul mai pot fi folosite la împrăștierea momelilor, la tratamente cu ceață toxică, pentru împrăștiat îngrășăminte etc.

Experiența a arătat că elicopterul în protecția plantelor este superior avionului, realizînd o productivitate de 1,5—2,5 mai mare și o eficacitate de 5—10 ori mai mare decît a avionului. Prin acești indici, elicopterul nu se apropie de mașinile terestre, în timp ce avionul realizează indici comparabili cu ai aparatelor acționate de om. În ce privește prețul de cost, tratamentele cu helicopterul sînt de 1,5—3 ori mai scumpe decît cele executate cu avionul.

Avionul și elicopterul sînt folosite în primul rînd în combaterea dăunătorilor și în combaterea chimică a buruienilor și mai puțin în combaterea agenților fitopatogeni.

Aparate și mașini pentru produs ceață toxică

Aparatele producătoare de ceață toxică sau generatoarele de aerosoli se folosesc pînă în prezent în împrăștierea insecticidelor în livezi, în vii, în păduri, precum și în dezinfectarea încăperilor (magazii, grajduri ș.a.).

În culturile de legume și în culturile de cîmp, rezultatele obținute sînt nesatisfăcătoare, deoarece picăturile, fiind foarte mici și cu o masă redusă, se depun cu viteză mică pe plantele puțin înalte. Avantajele aparatelor și ale mașinilor generatoare de ceață toxică sînt următoarele : pot lucra cu produse care au pînă la 30% concentrație în substanța activă ; permit o folosire rațională a produselor fitofarmaceutice ; au cea mai ridicată eficacitate și sînt economice.

Aceste aparate și mașini produc ceața toxică prin metoda mecanică, metoda termică și prin metoda termomecanică. Metoda mecanică prezintă dezavantajul unui utilaj complicat și puternic, greu de transportat ; metoda termică din cauza temperaturii mari la care lucrează, circa 400°, descompune sau distruge mare parte din produsele fitofarmaceutice folosite, și astfel eficacitatea este scăzută. Metoda cea mai avantajoasă este cea termomecanică, care cere un utilaj ușor de minuit și are o eficacitate ridicată. În producție se folosesc aparatele termomecanice și pe o scară foarte redusă aparatele mecanice.

Aparate pentru produs ceața toxică pe cale termomecanică

Tipurile de aparate aparținînd acestui grup sînt bazate pe folosirea energiei termice și mecanice a gazelor eșapate de motoarele cu ardere internă.

Unele tipuri de aparate folosesc energia gazelor eşapate de motoarele autocamioanelor sau ale autoturismelor pe care sînt montate. Sînt aparate cu o productivitate de 1,5—30 ha/h cu o normă de 2—8 l/m produse fitofarmaceutice.

Au dezavantajul că înrăutăţesc condiţiile de funcţionare a motorului, care lucrează cu un regim termic ridicat, producînd uzuri motorului şi existînd şi pericolul de incendii.

Aparat de produs ceaţa toxică cu motor pulsoreactor

Se prezintă ca un aparat uşor, purtat de om, de construcţie solidă. Se compune dintr-un motor pulsoreactor, un rezervor de benzină, un un rezervor pentru insecticid, un întrerupător electromagnetic, o bobină de inducţie, o pompă de aer, baterii, un tub de evacuare, un filtru şi un jigler. Aparatul este purtat comod cu o chingă pe umăr şi se sprijină pe soldul muncitorului (fig. 129).

Substanţa toxică este împinsă în afară, preîncălzindu-se pe conducta de evacuare, iar în contact cu gazele arse de la motor, datorită tem-

Fig. 129. — Aparat de produs ceaţă toxică în funcţiune.

peraturii ridicate (cca 360°) şi destinderii, lichidul se evaporă. La contactul cu aerul rece din atmosferă vaporii se transformă în picături foarte fine, care formează un nor de ceaţă. Viteza de ieşire a gazelor arse este de 8,7—118 m/sec. Consumul de benzină al aparatului variază de la 0,015—0,018 l/min. Are o productivitate de 53 ha/h, caracteristică

neatinsă de nici o maşină terestră. Aparatul poate fi folosit în orice condiţii de teren a culturii.

Rezultatele optime se obţin cînd lucrările se execută pe un vînt de viteza 2 m/sec. Vîntul mai puternic şi curenţii ascendenţi ratează aplicarea ceţii toxice.

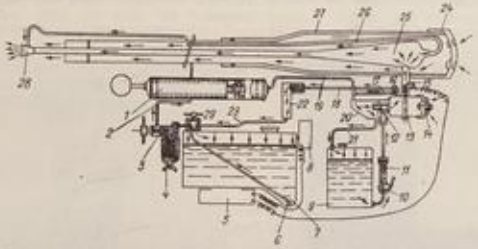


Fig. 130. — Schema procesului tehnologic al aparatului de produs ceaţă.
1, pompă de aer; 2, 6, conducte pentru lichid; 3, duză; 4, filtru; 5, cutia cu bateii şi bobina de inducţie; 7, rezervor pentru lichid; 8, întrerupător; 9, rezervor de benzină; 10, robinet; 11, filtru; 12, jigler; 13, suportă de rezervă; 14, clapă; 15, bucăţi; 16, suporţi; 17, 18, 19, 21, 23, conducte de aer; 20, cameră de aer; 22, filtru; 24, ejector; 25, cameră de ardere; 26, conducta de gaz; 27, manşonă de răcire; 28, dispozitiv de pulverizare; 29, robinet (după N. Constantin).

Aparatul CA-p pentru produs ceaţa toxică caldă are următoarele caracteristici: lungimea 1 400 mm, lăţimea 290 mm, înălţimea 365 mm, capacitatea rezervorului de benzină 1,4 l, a rezervorului de produs fitofarmaceutic 4 l, greutatea aparatului gol 11,5 kg, consumul de benzină 0,015—0,018 l/min, norma de consum produs fitofarmaceutic 5 l/h.

Maşini pentru produs ceaţa toxică pe cale mecanică

Aceste maşini se bazează pe principiul pulverizării produsului fitofarmaceutic uleios cu ajutorul unui curent de aer produs de un ventilator. Ceaţa toxică obţinută este mai grosieră ca cea obţinută pe cale termomecanică. Maşinile funcţionează cu aer comprimat la presiunea de 5—6 kgf/cm². Din acest grup de aparate este răspîndită maşina *Helma*. Această maşină se foloseşte în livezi, în vii şi în păduri. Consumul de produse fitofarmaceutice la hectar este de 5—10 l, iar productivitatea 5 ha/h. Înălţimea norului de ceaţă 30—80 m. Ceaţa iese afară prin trei duze şi este împinsă de exhaustor. Aceste maşini sînt grele, se deplasează tractate de tractor, sînt complicate de folosit.

Aparate și mașini pentru tratat sămînța

Cel mai simplu aparat de tratat sămînța pe cale uscată este tolba de prăfuit, care se compune dintr-un butoi metalic (tolba), ce se învirtește în jurul unui ax așezat în diagonală într-un cadru de lemn.

Fig. 131. — Mașina MTS-1 (după N. Costache).

Fig. 132. — Injector de sol.

Acest aparat simplu servește pentru cantitățile mici de semințe. Pentru cantități mari se folosesc mașinile de tratat semințele, mobile sau stabile. Ambele tipuri de mașini realizează metoda chimică de tratare a semințelor, iar tratamentul se execută fie pe cale uscată, fie pe cale umedă.

Mașina MTS-1. Cu mașina MTS-1 se pot trata semințele de cereale, de legume ș.a. Este un tip de mașină semimobilă, dotată cu roți

metalice mici, care permit deplasarea pe distanțe pînă la 50 m. Este acționată de un motor electric și deservită de 2—4 muncitori.

Construcția mașinii este complet metalică și este așezată pe o platformă special amenajată. În ansamblu, mașina dispune de un coș de alimentare, un elevator pentru transportul semințelor și al pulberii de tratat, (un distribuitor de semințe, o tobă de amestec, o cameră de colectare, guri de saci, un rezervor pentru lichid, un dispozitiv de reglare a debitului de lichid, un buncăr pentru pulbere și un electromotor (fig. 131).

Mașinile lucrează corect numai cu semințe selecționate și de obicei, sînt amplasate cu un etaj mai jos în magazii pentru a fi alimentate prin cădere liberă.

Injectorul de fumigat

Injectorul are de scop introducerea în sol a unor produse fitofarmaceutice lichide, care se transformă în gaze.

Injectorul poate fi simplu, de mînă sau poate fi acționat mecanic. Injectorul de mînă este compus dintr-un rezervor cilindric prevăzut la partea superioară cu un orificiu de umplere și minere pentru manipulare. La partea inferioară se prelungește printr-o țeavă de metal ascuțită la vîrf, prevăzută cu un pinten metalic, pe care se apasă cu piciorul la introducerea țevei în pămînt. Sub pinten se găsește un disc mobil pe verticală, care servește la reglarea adîncimii solului. În interiorul rezervorului circulă un piston, a cărui tijă iese afară din rezervor la partea superioară a acestuia. Sub rezervor se găsește camera de dozare (fig. 132). Capacitatea totală a rezervorului este de circa 4 l. Injecțiile se pot doza între 6 și 12 ml, iar adîncimea unei injecții este de 20 cm. Randamentul pe oră este de 600—900 de injecții. Acest aparat este destinat dezinsectizării suprafețelor mici, în special în sere.

Măsuri de protecția și securitatea muncii în timpul manipulării produselor fitofarmaceutice și al aplicării tratamentelor chimice

Substanțele și produsele folosite în combaterea bolilor și dăunătorilor plantelor sînt în majoritatea lor toxice atît pentru om cît și pentru animalele folositoare. Acest fapt impune luarea de măsuri riguroase de protecția și securitatea muncii.

Ca o măsură esențială, nu trebuie să se încredințeze nici o cantitate de produse fitofarmaceutice fără a se atrage atenția asupra toxicității și asupra măsurilor care trebuie respectate la manipularea și aplicarea acestora. Lucrătorii trebuie instruiți cum să se ferească de a inhala, înghiți sau absorbi prin piele produsele toxice cu care lucrează și cum să folosească echipamentul de protecție. De asemenea, de mare importanță este cunoașterea primelor simptome ale intoxicațiilor, măsurile de prim ajutor și antidoturile de folosit.

În cele ce urmează vom indica numai cîteva din cele mai importante măsuri impuse de tehnica protecției și securității muncii în folosirea produselor fitofarmaceutice *.

Produsele fitofarmaceutice, atît cele din producția internă, cît și cele provenite din import, nu pot fi folosite în acțiunile de combateri fără a avea aprobarea *Comisiei interministeriale pentru avizarea produselor fitofarmaceutice*. La avizare se dau și toate indicațiile asupra toxicologiei produsului și măsurile de prevenire a accidentelor.

— Substanțele toxice se păstrează în depozite speciale, construite din materiale neinflamabile, izolate de încăperile locuite sau de cele în care se păstrează alimente, furaje, îmbrăcăminte, obiecte de uz casnic ș.a. Depozitele trebuie să fie uscate, bine aerisite și să permită menținerea temperaturii în așa fel, încît produsele să nu înghețe. Este interzisă depozitarea altor obiecte sau materiale (semințe, alimente, furaje etc.) în depozitele pentru păstrarea produselor toxice.

— Toate produsele fitofarmaceutice se păstrează în ambalajele originale, etichetate vizibil. Dacă produsul se împarte în mai multe ambalaje, fiecare dintre acestea trebuie etichetate. Nu se va elibera nici o cantitate de produs dacă nu se cunoaște precis ce reprezintă.

— Depozitele trebuie să fie prevăzute cu cele necesare pentru spălat (chiuvete, prosop, săpun) și înzestrate cu un dulap-farmacie din care să nu lipsească antidoturile substanțelor ce pot produce accidente.

* Instrucțiuni amănunțite sînt publicate de către Consiliul Superior al Agriculturii în lucrarea *Norme de tehnica securității și igiena muncii în agricultură*.

De asemenea, în apropierea depozitului se va asigura utilajul necesar stingerii incendiilor (lopeți, tîrnăcoape, găleți, lăzi cu nisip, butoaie cu apă etc.).

— Eliberarea produselor fitofarmaceutice nu se va face decît persoanelor instruite și numai pe baza dispoziției conducerii unității. Substanțele se transportă bine ambalate și etichetate, specificîndu-se denumirea și cantitatea preparatului, în vehicule destinate exclusiv acestui scop și însoțite de personal instruit și dotat cu materialele de protecție necesare.

— Este interzisă cu desăvîrșire distribuirea din magazie a produselor fitofarmaceutice persoanelor particulare, pentru folosirea în scopuri casnice.

— Nu vor fi admiși în depozitele de substanțe toxice, la manipularea sau la aplicarea tratamentelor, tinerii sub 18 ani, femeile gravide sau care alăptează, bolnavii de plămîni, ficat, sau cu răni deschise. În cazul produselor organo-fosforice nu sînt admise nici persoane cu tensiunea scăzută (la o eventuală intoxicare nu li se poate administra antidotul). Datorită acestui fapt, la angajare precum și periodic se va face controlul medical al muncitorilor.

La aplicarea tratamentelor chimice se vor lua în mod obligatoriu următoarele măsuri :

— Orice operațiune de combatere se execută sub îndrumarea și controlul unui cadru calificat. Responsabilul acțiunii are datoria să înștiințeze în scris, prin sfatul popular al comunei, organele sanitare locale, crescătorii de albine și organele zooveterinare, de locul și perioada în care se aplică tratamentele, substanțele folosite și măsurile necesare pentru prevenirea accidentelor. Măsurile respective vor fi făcute apoi cunoscute întregii populații.

Înaintea oricărei acțiuni de protecție a plantelor, la schimbarea produsului cu care se tratează și periodic, se va face instructajul muncitorilor, întocmindu-se fișe speciale, fiecare luînd la cunoștință sub semnătură.

— În tot timpul lucrului se va folosi materialul de protecție (combinezoane, ochelari, mănuși, mască etc.) ; materialul de protecție va fi predat imediat după terminarea lucrului.

— În timpul lucrului nu este permis fumatul, mîncatul și băutul ; după terminarea lucrului sau înainte de mese, muncitorii se vor spăla bine pe mîini și pe față cu apă caldă și săpun.

— Locurile unde se manipulează substanțele toxice, se prepară zemurile și momelile, se încarcă aparatele etc., trebuie să fie situate cît mai departe de sursele de apă, depozitele de alimente și furaje etc. Aceste locuri vor fi marcate cu indicatoare vizibile și supravegheate, iar după terminarea lucrului vor fi arate sau săpate. Toate resturile și ambalajele rămase vor fi arse sau îngropate adînc. Aparatura, vasele și întregul inventar folosit va fi spălat bine și predat la magazie. Apa rezultată la spălat va fi dirijată într-o groapă care se va astupa imediat.

— Terenurile sau culturile tratate cu substanțe toxice vor fi marcate cu placarde vizibile. Păşunatul vitelor nu va fi permis în aceste terenuri decît după minimum 2—4 săptămîni de la tratament, în funcție de remanența reziduurilor toxice ale produselor folosite. În timpul cît plantele cultivate sau flora spontană din parcelele tratate sînt înflorite, stupii de albine vor fi mutați la 5—6 km distanță. Prăfuirile cu substanțe toxice nu se vor face decît la distanțe de cel puțin 2 km, în cazul folosirii mijloacelor terestre, sau 5 km, în cazul prăfuirilor din avion, de plantații de duzi în perioadele în care se recoltează frunze pentru hrana viermilor de mătase.

— Nu se vor aplica tratamente cu substanțe toxice culturilor ale căror produse urmează a fi recoltate și consumate înainte de a trece un interval minim de timp necesar ca substanța să se descompună și deci să nu mai existe pericolul de intoxicare. Acest interval de pauză variază în funcție de produsul fitofarmaceutic folosit, cultura tratată și condițiile meteorologice. Astfel, cu titlu orientativ menționăm că acest interval este pentru produsele pe bază de DDT și HCH de circa 30 zile, pentru Karatan 21 zile (la castraveți 7 zile), pentru Paration circa 14 zile, pentru Zineb și Captan 3—7 zile, iar pentru produsele pe bază de cupru și sulf practic nu este limitat.

Nu sînt admise pentru consum produsele agro-alimentare pe care se constată anumite cantități din produsele toxice cu care s-au făcut tratamente. În diferite țări au fost stabilite limite de toleranță admise, care sînt exprimate în părți per milion (ppm), adică miligrame substanță toxică pentru un kg produs agro-alimentar.

În cazul producerii de intoxicări sau alte accidente, se va anunța de urgență punctul medical cel mai apropiat sau se va transporta bolnavul la spital. Pînă la intervenția medicului se vor lua de urgență o serie de măsuri de prim ajutor.

În cazul *gazelor toxice*, accidentatul trebuie scos din zona cu gaze și dus în aer curat, unde este dezbrăcat de haine, învelit cu o pătură și unde i se va face imediat respirație artificială. La intoxicațiile cu bioxid de sulf, se recomandă inhalații cu oxigen. La cele cu sulfură de carbon se vor face frecții și băi cu apă rece și se va da intoxicatului cafea naturală sau ceai tare. În cazul acidului cianhidric se recomandă inhalații cu amoniac (se pun cîteva picături pe vată și se dă să inspire) și comprese umede pe ceafă.

În cazul *intoxicației prin ingestie*, se va urmări eliminarea substanței toxice înainte de a trece din stomac, provocîndu-se vomitări.

În cazul *arsurilor și iritațiilor pielii*, se spală locul afectat cu apă călduță și săpun, apoi se unge cu ulei vegetal sau cu o alifie calmantă.

Antidoturile se folosesc după natura intoxicației și numai la recomandarea și în prezența personalului sanitar.

Bibliografie

Anonim, 1953, *Plant diseases the yearbook of agriculture*. U.S. Depart. of agriculture, Washington, 913 p.

Anonim, 1957 a, *Common names of virus diseases used in the review of applied mycology*. Rev. App. Mycology, *35*, Suppl.

Anonim, 1957 b, *Colecția de H.C.M. OM și instrucțiuni de carantină și protecția plantelor (1957)*. Edit. agrosilvică, București, 211 p.

Anonim, 1959, *Plant Pathology problems and progress 1908—1958*. The University of Wisconsin Press, Madison, 588 p.

Anonim, 1963, *Index des produits phytosanitaires*. Ed. a III-a, 176 p.

Anonim, 1964, *Prognoz o zascite rastenii ot vreditelei i bolezmei*. Izd. Akad. Nauk Latvinskoi SSR, Riga, 270 p.

Anonim, 1965 a, *La sterilizzazione del terreno*. Informatore fitopatologico, *15*, 349—361.

Anonim, 1965 b, *Tecniche agronomiche e difesa delle piante*. Informatore fitopatologico, *15*, 447—453.

Anonim, 1965 c, *Official F.D.A. Tolerances, 1964*. National Agricultural chemicals Association *News*, *23*, 2—23.

Anonim, 1965 d, *Proposals and recommendations of the Provisional Committee for Nomenclature of Viruses (P.C.N.V.)*. Ann. Inst. Pasteur, *109*, 625—637.

Adams M. H., 1961, *Bakteriofagi*. Izd. Inostr. Lit., Moscova, 327 p.

Ainsworth G. C. și Bisby G. R., 1963, *Dictionary of the fungi*. Commonwealth Mycological Institute, Kew, Surrey.

Akai S., 1959, *Histology of defense in Plants*. În Plant Pathology, ed. J. G. Horsfall și A. E. Dimond, *1*, 392—429.

Alexandri Al. V., 1936, *Vaccinarea la plante*. Rev. Adamache, *23*.

Alexandri Al. V., 1961, *Protecția plantelor cultivate și organizația fitopatogenică în R.P.R.* Rap. Congr. Int. Prot. Plant., București, 1949, *2*, 69—80.

Alexandri Al. V., 1958, *Protecția plantelor în R.P.R.* Probleme agricole, *10*.

Alexandri Al. V., 1961, *Combaterea pe cale chimică a genului Orobanche ramosa L. în culturile de tomate*. Comunicări de botanică, *3*, 125—129.

Alexandri Al. V., 1964, *Unele aspecte ale protecției muncii în acțiunile de protecția plantelor*. Grădina, via și livada, *11*, 19—22.

Alexandri Al. V. și Hulea A., 1956, *Antibioticele folosite în protecția plantelor*. Natura, *8*, 128—134.

Alexandri Al. V., Lemeni V. și Baicu T., 1963, *Dezinfectarea solului din răsadnițe*. Anal. Sect. Prot. Plant., *1*, 273—280.

Allen P. J., 1959, *Physiology and biochemistry of defense*. În Plant Pathology, ed. J. G. Horsfall și A. E. Dimond, *1*, 435—469.

Ameluxxen F., 1958, *Die Virus-Eiweissspindeln der Kakteen. Darstellung, elektronenmikroskopische und biochemische Analyse des Virus*. Protoplasma, *49*, 140—178.

Appel O., 1907, *Die Blattrollerankheit der Kartoffelpflanze*. Flugblatt, nr. 24 der Biol. Reichanst., Berlin-Dahlem.

Arnaud G. şi Arnaud M., 1931, *Traité de pathologie végétale. I*, Lechevalier et Fils, Paris.

Arnaudi C. şi Castellani G., 1934, *Sur le bactériophage du Rhizobium radicicola*, Boll. Sez. Ital. Soc. Int. Microb., *6*, 317—321.

Arnaudi C. şi Venturelli G., 1934, *L'azione del radio sui tumori vegetali*. Rivista di Biologia, *16*, 5—23.

Atanasoff D., 1923, *The Dilophospora disease of cereals*. Phytopath., *13*, 11—40.

Babos P. şi Kassanis B., 1962, *Unstable variants of tobacco* mosaic *virus*, Virology, *18*, 206—211.

Baicu T., 1963, *Metode şi produse recomandate în dezinfectarea seretor şi răsadniţelor*. Grădina, via şi livada, *12*, 55—62.

Baicu T., Alexandri Al. V. şi Lucescu S., 1965, *Îndrumător pentru folosirea produselor fitofarmaceutice*. Edit. agrosilvică, Bucureşti.

Baldacci E., 1932, *Studii sulla fitoimmunità acquisita attiva*. Boll. R. Inst. Agron. Pisa, *4*.

Ball E. M., 1964, *Serology: techniques used in plant virus research*. In Plant Virology, ed. Corbett şi Sisler, Univ. Florida Press, Gainesville, 233—252.

Baudys E. şi colab., 1959, *Zemedelska fyzopatologie. I*, Edit. Ceskoslovenska Akad. zemedelskych ved, Praga, 704 p.

Bawden F. C., 1950, *Plant viruses and virus diseases*. Ed. a III-a, Chronica Bot. Comp. Waltham, Mass., S.U.A., 335 p.

Bawden F. C., 1964 a, *Plant viruses and virus diseases*. Ed. a IV-a, Roland Press, Comp., New York, 361 p.

Bawden F. C., 1964 b, *Speculations on the origins and nature of viruses*. In Plant Virology, ed. Corbett şi Sisler, Univ. Florida Press, Gainesville, 385—385.

Bawden F. C. şi Kleczkowski A., 1953, *The behaviour of some plant viruses after exposure to ultraviolet radiations*. J. gen. Mikrobiol., *8*, 145—156.

Bawden F. C. şi Kleczkowski A., 1957, *An electrophoretic study of sap from uninfected and virus-infected tobacco plants*. Virology, *4*, 26—40.

Bawden F. C., Pirie N. W., Bernal J. D. şi Fankuchen J., 1936, *Liquide crystalline substances from virus-infected plants*. Nature, *138*, 1 051.

Bawden F. C. şi Pirie N. W. 1938, *A plant virus preparation in a fully crystalline state*. Nature, Londra, *141*, 513—514.

Beijerinck M. W., 1898, *Über ein Contagium vivum fluidum als Ursache der Fleckenkrankheit der Tabakblätter*. Verhandel. Kon. Akad. Wetensch., Amsterdam, Sekt. 2, *6*.

Benada J., 1959, *Úvod do mycologické techniky*. In Zemedelska fytopatologie, *I*, Edit. Ceskoslovenska Akad. zemedelskych ved, Praza, 522—545.

Bezec E. şi Petrescu M., 1964, *Sarcinile actuale şi de perspectivă ale carantinei fitosanitare în România*. Grădina, via şi livada, *11*, 84—88.

Bennett C. W., 1939, *The nomenclature of plant viruses*. Phytopath., *29*, 422—430.

Bennett C. W., 1940, *Acquisition and transmission of viruses by dodder (Cuscuta subinclusa)*. Phytopath., *30*, 2.

Beraldi A., 1940, *Malattie delle piante*. Milano, 514 p.

Bisset K. A., 1960, *Kletocinaia organizaţiia u bakterii*. In Anatomiia bakterii, Medghiz, Moscova, 13—30 p.

Bos L., 1963, *Symptoms of virus diseases in plants*. VADA, Wageningen, 132 p.

Bradley H. E., 1964, *Aphid transmission of stylet-borne viruses*. In Plant Virology, ed. Corbett şi Sisler, Univ. Florida Press, Gainesville, 148—174.

Bradley R. H. E., Moore C. A. şi Pond D. D., 1966, *Spread of potato virus Y curtailed by oil*. Nature, *209*, 1 370—1 371.

Brakke, M. K., 1962, *Stability of purified barley stripe mosaic virus*. Virology, *17*, 131—142.

Brandes J., 1964, *Identifizierung von gestreckten pflanzenpathogenen Viren auf morphologischer Grundlage*. Mitt. Biol. Bundesanstalt Land- und Forstwirtsch., Berlin-Dahlem, *110*, 1—130.

Brandes J. şi Wetter C., 1959, *Classification of elongated plant viruses on the basis of particle morphology*. Virology, *8*, 99—115.

Braun H., 1965, *Allgemeine Pflanzenpathologie*. In Handbuch der Pflanzenkrankheiten, (Sorauer), *1*, Berlin.

Breed R. S., Murray E. G. D. şi Smith N. R., 1957, *Bergey's Manual of determinative bacteriology*. The Williams a. Wilkins Co., Baltimore, ed. a VII-a, 1 094 p.

Broadbent L., 1960, *Dispersal of inoculum by insects and other animals, including man*. In Plant Pathology, ed. J. G. Horsfall şi A. E. Dimond, *3*, 97—127.

Buller A. H. R., 1934, *Researches on Fungi*. Londre.

Burkholder W. H., 1959, *Present-day problems pertaining to the nomenclature and taxonomy phytopathogenic bacteria*. In *Omagiu lui Traian Săvulescu*, Edit. Acad. R.P.R., Bucureşti, 119—127.

Butler E. J. şi Jones S. G., 1955, *Plant Pathology*. Macmillan et Co L.T.D., Londra ; St. Martin's Press, New York.

Caldwell R. M. şi Stone G. M., 1936, *Relation of stomatal function of wheat to invasion and infection by leaf rust (Puccinia triticina)*. J. Agric. Research, *52*, 917—932.

Campbell G. K. G. şi Russell G. E., 1963, *Breeding sugar beet*. Ann. Reptr., 1963—1964, Plant Breeding Inst., Cambridge, 5—32.

Carbone D. şi Alexandri Al. V., 1935, *Recherches sur les anticorps chez les végétaux*. Boll. Soc. Ital. Sc. Microb., *6*, 4—5.

Carbone D. şi Arnaudi C., 1930, *Immunita nelle piante*. Milano, 274 p.

Carmona-Gomez J., 1956, *In vitro development of resistance to an antibiotic by two plant pathogenic bacteria*. Phytopath., *46*, 522—523.

Casarini B., Gattarelli L. şi Rossini I., 1965, *La somministrazione degli antiorittogamici allo stato polverulente*. Inf. fitopatologico, *15*, 51—56.

Caspar D. L. D., 1964, *Structure and function of regular virus particles*. In Plant Virology, ed. Corbett şi Sisler, Univ. Florida Press, Gainesville, 267—291.

Chester K. S., 1933, *The problem of acquired physiological immunity in plants*, The Quarterly Review of Biology, *8*.

Christensen J. J., Henderson L. şi Aragaki M., 1953, *Dissemination of Septoria linicola*. Phytopath., *43*, 468.

Clauss P., 1964, *Zehn Jahre organische Fungizide im deutschen Weinbau*. Weinberg und Keller, *11*, 24—26.

Clauss P., 1965, *Versuchsergebnisse und Erfahrungen mit organischen Fungiziden im deutschen Weinbau von 1953—1964*. Die Landwirtschaft, *9*, 311—315.

Clements F. E. şi Shear C. L., 1954, *The genera of fungi*. Edit. Wilson, New York.

Costache N., 1959, *Indicii şi posibilitaten de folosire în ţara noastră a maşinei S—052*. Lucr. şt. ICMA, *3*, 25—41.

Costache N., 1963, *Mecanizarea lucrărilor de combaterea dăunătorilor*. Edit. agrosilvică, Bucureşti, 293 p.

Costache N., 1963—1964 a, *Maşina pentru stropit şi prăfuit în livezi, purtată pe tractor*, Lucr. şt. ICMA, *7—8*, 35—51.

Costache N., 1963—1964 b, *Aparat de prăfuit cu ventilator AP—V*. Lucr. şt. ICMA, *7—8*, 63—67.

Costache N. şi Sulea E., 1961, *Realizarea unui model experimental de maşină pentru prăfuit în vii cu tracţiune animală acţionată de la roţile de transport*. Lucr. şt. ICMA, *5*, 83—93.

Costache N. şi Sulea E., 1961, *Încercarea şi definitivarea construcţiei modelului experimental de maşină pentru stropit în vii cu tracţiune animală acţionată de la roţile de transport*. Lucr. şt. ICMA, *5*, 93—156.

Cowan S. T., 1965, *Principles and practice of bacterial taxonomy*. J. Gen. Microb., *39*, 143—153.

Crewe F., 1965, *Rückblick auf 25 Jahre Fungizidforschung*. Pflanzenschutz Nachrichten, *18*, 45—74.

Crosse J. E. şi Pitcher R. S., 1952, *Studies in the relationship of, eelworms and bacteria to certain plant diseases. I. The etiology of strawberry cauliflower disease.* Ann. Appl. Biol., *39*, 475—486.
Curtis O. F. şi Clark D. G., 1950, *An introduction to plant physiology.* Mc Graw-Hill, New York, 752 p.
De Bary A., 1879, *Die Krscheinung der Symbiose.* Karl J. Trübner, Strassburg.
Diachun S. şi Valleau W. D., 1946, *Growth and overwintering of Xanthomonas vesicatoria in association with wheat roots.* Phytopathology, *36*, 277—280.
Docea E., 1954, *Sterilizarea solului în sere şi răsadniţe.* Grădina, via şi livada, *1*, 22—24.
Docea E., 1958, *Curs de fitopatologie. I,* Inst. Agr. N. Bălcescu, Bucureşti.
Dop P. şi Gautie A., 1928, *Manuel de technique botanique.* Lamarre, Paris.
Drees H., 1939, *Pflanzenschutz-Lexikon.* Kommentator, FrankfurtUMain, 332 p.
Drimus R., 1960, *Eficacitatea produsului Tiradin în combaterea unor ciuperci din sol dăunătoare în legumicultură.* Revista de chimie, *12*, 697—698.
Dubos R. J., 1947, *The bacterial cell.* Harvard University Press, Cambridge.
Duggar B. M. şi Armstrong J. K., 1923, *Indications respecting the nature of the infective particles in the mosaic disease of tobacco.* Ann. Missouri Botan. Garden, *10*, 191—212.
Eckerson S., 1926, *An organism of tomato mosaic.* Bot. Gaz., *81*, 204—209.
Esau K., 1948, *Some anatomical aspects of plant virus diseases problems.* II, Bot. Rev., *14*, 413—449.
Esau K., 1960, *Cytologic and histologic symptoms of beet yellows.* Virology, *11*, 73—85.
Esau K., 1961, *Plants, Viruses and Insects.* Harvard University Press, Cambridge, 110 p.
Fabre R. şi Truhaut R., 1934, *Toxicologie des produits phytopharmaceutiques.* 1828, Paris, 372 p.
Ferraris T., 1941, *Trattato di patologia vegetale.* Ulrico Hoepli, Milano, *I-II*, 1389 p.
Ferraris T., Ciifferi I. şi Baldacci E., 1948, *Patologia e terapia vegetale.* Ed. a III-a, U. Hoepli, Milano, 707 p.
Fischer E. şi Gäumann E., 1929, *Biologie der pflanzen-bewohnenden parasitischen Pilze.* Fischer, Jena.
Floodgate G. D., 1962, *Some remarks on the theoretical aspects of bacterial taxonomy.* Bact. Rev., *26*, 277—291.
Fosteris St., Boguleanu G., Petrescu M. şi Paşol P., 1963, *Protecţia plantelor.* Edit. agrosilvică, Bucureşti.
Fosteris St., Bontea V. şi Becerescu D., 1952, *Manual de fitopatologie.* Edit. de stat pentru literatură ştiinţifică, Bucureşti.
Fosteris St. şi Petrescu M., 1956—1957, *Curs de fitopatologie. I, II,* ed. Inst. Agr. N. Bălcescu, Bucureşti.
Franklin R. E., Caspar D. L. D. şi Klug A., 1959, *The structure of viruses as determined by X-ray diffraction.* In Plant Pathology, Problems and Progress, 1908—1958, Madison, 447—461.
Fraenkel-Conrat H. şi Singer B., 1959, *Recontitution of tobacco mosaic virus. III. Improved methods and the use of mixed nucleic acids.* Bioch. Biophys. Acta, *33*, 359—370.
Fuchs W. H., 1932, *Netzschwerfei im Weinbau.* Der Weinbau, *8*, 244—246.
Fuchs W. H. şi Beiss U., 1954, *Uebertragung des Rübenpellunchi-Virus (Corium betae) mit Hilfe von Cuscuta.* Naturwissenschaften, *41*, 506.
Garrett S. D., 1959, *Biology and ecology of root-disease fungi.* In Plant pathology problems and progress, The University of Wisconsin Press, Madison, 309—316.
Garrett S. D., 1960, *Inoculum Potential.* In Plant Pathology edited by J. S. Horsfall and A. E. Dimond., *III*, New York.

Gäumann E., 1946, *Pflanzliche Infektionslehre.* Basel.
Gäumann E., 1950, *Principles of Plant Infection.* Hofner, New York.
Gäumann E., 1951, *Pflanzliche Infektionslehre.* Birkhäuser, Basel.
Gäumann E., 1964, *Die Pilze.* Birkhäuser, Basel-Stuttgart, 541 p.
Gavi R., 1963, *I razzi antigrandine sono veramente efficaci ?* Le Stagioni, *7*, 10—14.
Gibbs A. Y., Harrison B. D., Watson D. H. şi Wildy P., 1966, *What's in a virus name ?* Nature, *209*, 5 022, 450—454.
Gibbs A. Y., Nixon H. L. şi Woods R. D., 1963, *Properties of purified preparations of lucerne mosaic virus.* Virology, *19*, 441—449.
Giere A. şi Schramm G., 1956, *Infectivity of ribonucleic acid from tobacco mosaic virus.* Nature, *177*, 702—703.
Ginoza W., 1958, *Kinetics of heat inactivation of ribonucleic acid of tobacco mosaic virus.* Nature, *181*, 958—961.
Gleisberg W., 1932, *Das Rätsel der Herniebverbreitung.* Nachr.-Bl. dt. Pflanzenschutzdienst, Berlin, *3*, 89—90.
Goidanich G., 1939, *Manuale di patologia vegetale. I-II,* Edit. Agricole, Bologna, 1 998 p.
Goidanich G., 1963, *I problemi della difesa antiparassitaria in orticultura.* Inf. fitopatologico, *13*, 2—11.
Goidanich G., 1963, *Moderne vedute sulla lotta antierittogamica.* Inf. fitopatologico, *13*, 186—191.
Goodmann N. R., 1962, *Impact of Antibiotics upon Plant Diseases control.* In Metcalf. Adv. in pest control, 1—46.
Gorlenko M. V., 1959, *Kratkii kurs immuniteta rastenii k infektionnim boleznam.* Gosud. izd. sovetskaia nauka, Moscova, 249 p.
Gorlenko M. V., 1959, *Criterii vida u fitopatoghennîh bakterii.* In *Omagiu lui Traian Săvulescu.* Edit. Acad. R.P.R., Bucureşti, 259—264.
Gorlenko M. V., 1961, *Bakterialinîie bolezni rastenii.* Vissaia Skola, Moscova, 206 p.
Green R. G., 1935, *On the nature of filtrable viruses.* Science, *82*, 443—445.
Gregory P. H., 1959, *Electrostatic charges on spores of fungi in air.* Nature, Londra, *180*, 330.
Harrison B. D., 1964, *The transmission of plant viruses in soil.* In Plant Virology, ed. Corbett şi Sisler, Univ. Florida Press, Gainesville, 118—147.
Hawkins L. A. şi Harwey L. B., 1919, *Physiological study of the parasitism of Pythium debaryanum Hesse on the potato tuber.* J. Agric. Res., *18*, 275—297.
Heald F. D. şi Studhalter R. A., 1914, *Birds as carriers of the chestnut-blight fungus.* J. Agric. Res., *2*, 405—422.
Heinze K., 1951, Die *Überträger pflanzlichen Viruskrankheiten.* Mitt. Biol. Zentralanst., Berlin, *71*.
Herold F., Bergold G. H. şi Weibel J., 1960, *Isolation and electron microscopic demonstration of a virus infecting corn (Zea mays L.).* Virology, *12*, 335—347.
Hewitt W. B., Raski D. J. şi Goheen A. C., 1958, *Nematode vector of soil-borne fanleaf-virus of grapevines.* Phytopath., *48*, 586—595.
Hofferek H. şi Wolffgang H., 1963, *Untersuchungen über Stoffwechselveränderungen in virusinfizierten Pflanzen.* Bioch. Probl. der kranken Pflanzen, Tagungsbericht, Deutsch. Akad. Landw., Berlin, *74*, 83—97.
Hoffmann P., 1961, *Neue Ergebnisse bei der Oidium Bekämpfung.* Deutscher Weinbau, *16*, 233—238.
Holmes F. O., 1939, *Handbook of Phytopathogenic viruses.* Burgess, Minneapolis, Minn.
Holtz W. şi Lange B., 1962, *Fortschritte in der chemischen Schädlingsbekämpfung.* Landw. Verlag, Oldenburg, 256 p.
Hosfall J. G. şi Dimond A. E., 1960, *Plant Pathology. I—II,* Acad. Press, New York-Londra.

Hristov A., 1959, *Spetialna fitopatologia*. Selskostop. literat., Sofia, 631 p.
Hubert M., 1963, *Insecticide and Fungicide Handbook*. Blackwel. Sc. Public, Oxford, 306 p.
Hulea A., 1939, *Contribution à la connaissance des champignons commensaux des Uredinées*. Bull. Sec.-Sc. Acad. Rom., *22*.
Hulea A., Comes I., Sandru I., Hatmanu M., Bunescu S., Munteanu I. şi Tusa C., 1967, *Metode comparative de tratarea seminţelor de orz în vederea combaterii simultane a tăciunelui zburător (Ustilago nuda (Jensen, Rostr.) şi a tăciunelui învelitor (Ustilago hordei (Pers.) Lagerh.)*. Anal. Sect. Prot. Pl., *3* (sub tipar).
Ingold C. T., 1960, *Dispersal by air and water. The take-off*. In Plant Pathology ed. J. G. Horsfall şi A. E. Dimond, *III*, 137—166.
Ingraham J. L. şi Stokes L. J., 1959, *Psychrophilic bacteria*. Bact. Rev., *23*, 187.
Ivanovski D., 1892, *Über die Mosaikkrankheit der Tabakpflanze*. Bull. Acad. Imp. Sci. St. Petersb. N. S., *3*, 67—70.
Izrailskii V. P., 1960, *Bakterialnie bolezni rastenii*. Selihozgiz, Moscova, 468 p.
Josifović M., 1964, *Poljoprivredna fitopatologija*. Naučna knjiga, Beleţrad, 573 p.
Kalinenko V. O., 1936, *The inoculation of phytopathogenic microbes into rubber-bearing plants by nematodes*. Phytopath. Z., *9*, 407—416.
Kamat M. N., 1959, *Hand-Book of Mycology. I*, Prakash Publishing House, Poona (India), 184 p.
Kammen A. van., 1963, *The occurrence of infectious virus ribonucleic acid in ribosomal fraction from tobacco mosaic virus infected tobacco leaves*. Mededel. Landbouwhogesch. Wageningen, Nederland, *63*, 1—65.
Kassanis B., 1965, *Therapy of virus-infected plants*. J. Royal Agr. Soc. England, *126*, 105—114.
Kassanis B. şi Macfarlane I., 1965, *Interaction of virus strain, fungus isolate, and host species in the transmission of tobacco necrosis virus*. Virology, *26*, 603—612.
Kassanis B. şi Tinsley T. W., 1957, *The freeing of tobacco tissue cultures from potato virus Y by 2-thiouracil*. Proceed. third conf. Potato Virus Dis., Luisse-Wageningen, 153—155.
Kausche G. A., Pfankuch E. şi Ruska H., 1939, *Die Sichtbarmachung von pflanzlichem Virus im Übermikroskop*. Naturwissenschaften, *27*, 292—299.
Klinkowski M., Mühle E., Reinmuth E., 1965, *Phytopathologie und Pflanzenschutz. I*, Akad. Verlag, Berlin, 606 p.
Koch H., 1965, *Anerkannte Pflanzenschutzgeräte und Gerätteile*. Nachrichtenbl. Deutsch. Pflanzenschutzd., Berlin, *17*, 129—137.
Kotte W., 1960, *Krankheiten und Schädlinge im Gemüseban und ihre Bekämpfung*. Parey, Berlin, 374 p.
Köhler E., 1964, *Allgemeine Virusphatologie der Pflanzen. Ein Überblick*. Parey, Berlin, Hamburg, 178 p.
Köhler E., 1965, *Zur Analyse der Infektionstätskurven der Säfte aus virusinfizierten Blättern*. Phytopath. Z., *54*, (4), 371—382.
Königer M. şi Obtermager G., 1957, *Verluste der kupferhaltigen Spritzbeläge auf Pflanzen*. Nachrichtenbl. Deutsch. Pflanzenschutzd., *9*, 171—172.
Knaysi G., 1951, *Elements of bacterial cytology*. Comstock, Ithaca, New York.
Knight C. A., 1963, *Chemistry of viruses*. In Protoplasmatologia, Handb. der Protoplasmaforschung, IV, *2*, Springer-Verlag, Viena, 177 p.
Knight C. A., 1964, *Structural biochemistry of plant viruses*. In Plant Virology, ed. Corbett şi Sisler, Univ. Florida Press, Gainesville, 297—314.
Knösel D., 1965, *Zur Wirksamkeit von Antibiotiken und anderen Präparaten auf Xanthomonas campestris bei Weisskohl*. Phytopath. Z., *54*, 31—79.
Kunkel L. O., 1936, *Heat treatments for the cure of yellows and other diseases of peach*. Phytopath., *26*, 809—830.
Kursanov L. I., 1940, *Mikologhia*. Gosud. ucebno-ped. izd. R.S.F.S.R., Moscova, 480 p.

Laidlaw P. P., 1938, *Virus diseases and viruses*. The Rede Lecture, Camb. Univ. Press.
Lamanna C. şi Mallette M. F., 1953, *Basic bacteriology and its biological and chemical background*. Williams a. Wilkins, Baltimore.
Langeron M., 1949, *Précis de microscopie*. Masson, Paris, 1 430 p.
Langeron M. şi Vanbreuseghem R., 1952, *Précis de mycologie*. Masson, Paris, 703 p.
Lavrance W. I., 1956, *Soil sterilization*. C. Allan a. Unwin St., Londra, 165 p.
Leach J. G., 1940, *Insect transmission of Plant diseases*. Mc Graw-Hill, New York.
Lee C. L., 1955, *Anatomical changes in sweet clover shoots infected with wound tumor virus*. Amer. J. Bot., *42*, 693—698.
Lees H., 1958, *Biochimia autotrofnih bakterii*. Izd. Inostr. Lit., Moscova, 124 p.
Lembke G., 1959, *Zum Problem der Funkadlumspritzungen unter besonderer Berücksichtigung des Blattbefeuchtungsdauerschreibers*. Nachrichtenbl. Deutsch. Pflanzenschutzd 7.
Lilly V. G. şi Barnett H. L., 1951, *Physiology of the Fungi*. Mc Graw-Hill, New York.
Limasset P. şi Cornuet P., 1949, *Recherche du virus de la mosaïque du tabac (Marmor tabaci Holmes) dans les méristèmes des plantes infectées*. C. R. Acad. Sci., *228*, 1 971—1 972.
Limasset P. şi Darpoux H., 1951, *Principes de pathologie végétale*. Edit. Duned, Paris, 334 p.
Lochhead A. G., 1959, *Rhizosphere microorganisms in relation to root-disease fungi*. In Plant pathology problems and progress. The Univ. of Wisconsin Press, Madison, 327—338.
Longrée K., 1939, *The effect of temperature and relative humidity on the powdery mildew of roses*. New York (Cornell). Agr. Exp. Sta. Mem., *41*, 273.
Lovisolo O., Bode O. şi Völk J., 1965, *Preliminary studies on the soil transmission of Petunia asteroid mosaic virus (Petunia strains of tomato bushy stunt virus)*. Phytopath. Z., *53*, 323—342.
Luaria S. E., 1953, *General Virology*. John Wiley and Sons, Inc. New York.
Luria S. E., 1960, *The bacterial protoplasm: composition and organization*. In I. C. Gunsalus, R. Y. Stanier (ed.), The bacteria, Acad. Press, New York — Londra, *I*, 1—34.
Lutz L., 1948, *Traité de Cryptogamie*. Ed. Masson et C-ie, Paris.
Lwoff A., Horne R. W. şi Tornier P., 1962, *Un système des virus*. C. R. Acad. Sci. Fr., *254*, 4225—4227.
Lysenko O., 1961, *Pseudomonas — an attempt at general classification*. J. Gen. Microb., *25*, 379—408.
Maassen H., 1963, *Der Phenoltest, ein neues Verfahren zum Nachweis des Blattrollvirus der Kartoffel an Stengeln und Blättern*. Phytopath. Z., *47*, 399—400.
Magdorf B. S., 1960, *The structure of small „spherical" viruses*. New York, Acad. Sci., seria a II-a, *23*, 522—527.
Magrou J., 1949, *Les maladies des végétaux*. Edit. S. F., Paris, 374 p.
Magrou J. şi Prévot A. R., 1948, *Étude taxonomique des bactéries phytopathogènes*. Acad. Sci., *226*, 1 229—1 230.
Maramorosch K., 1964, *Virus-vector relationships: vectors of circulative and propagative viruses*. In Plant Virology, ed. Corbett şi Sisler, Univ. Florida Press, Gainesville, 175—193.
Markham R., 1959, *The Biochemistry of plant viruses*. In The Viruses, II, ed. Burnet şi Stanley, Acad. Press, New York — Londra, 39—114.
Matthews R. E. F., 1957, *Plant virus serology*. Cambridge Univ. Press, 128 p.
Mayer A., 1886, *Über die Mosaikkrankheit des Tabaks*. Landw. Versuchsstationen, *32*, 451.
Mayer K., 1959, *4500 Jahre Pflanzenschutz*. Ulmer Stuttgart, 45 p.
McKinney H. H., 1947, *Survival of tabile viruses in desicated leaf tissues*. Phytopath., *37*, 440—441.

McQuillen K., 1960, *Bacterial protoplasts*. In The bacteria, *I*, ed. Gunsalus şi Stanier, Acad. Press, New York — Londra, 249—359.
McRitchie J. J. şi Alexander L. J., 1963, *Host specific Lycopersicon strain of tobacco mosaic virus*. Phytopath., *53*, 394—398.
Mesrobeanu L., 1965, *Fiziologie bacteriană*. In Bacteriologie medicală, ed. N. Nestorescu, Edit. medicală, Bucureşti, 118—148.
Mesrobeanu L. şi Păunescu E., 1960, *Fiziologie bacteriană*. Edit. Acad. R.P.R., Bucureşti, 648 p.
Messenger K., 1965, *Tratamenti aerei a bazo volume*. Inf. fitopatologico, *15*, 71—72.
Meyer A., 1912, *Die Zelle der Bakterien*. G. Fischer, Jena.
Miller P. R., 1956, *Vlijanie pogodnih uslovii na razvitie bolezneĭ*. In Bolezni rastenii. Ejegodnik Ministerstva zemledelia S.S.A., Izd Inostr. Lit., Moscova, 82—92.
Miller P. R., 1959, *Plant disease forecasting*. In Plant pathology problems and progress 1908—1958, The Univ. of Wisconsin Press, Madison, 557—565.
Mitchell P. şi Moyle J., 1960, *Osmoticeskaia funkţiia i stroenie bakterii*. In Anatomiia bakterii, Medghiz, Moscova, 169—201.
Moericke V., 1955, *Über den Nachweis der Blattrollkrankheit in Kartoffelknollen durch den Resorptest*. Phytopath. Z., *24*, 462—464.
Moreau F., 1953—1954, *Les champignons*, *I*, *II*, Paul Lechevalier, Paris, 2 112 p.
Morstatt H., 1925, *Allgemeine Pflanzenpathologie*. In Handbuch der Pflanzenkrankheiten, Berlin, *I*, 79—198.
Mulvania M., 1926, *Studies on the nature of the virus of tobacco mosaic*. Phytopathology, *16*, 853—871.
Murray R.G.E., 1960, *The internal structure of the cell*. The bacteria, Acad. Press, New York — Londra, *I*, 35—96.
Muskett A. E., 1960, *Autosomma Dispersal*. In Plant Pathology, ed. Horsfall şi Dimond, *3*, 58—91.
Müller K. O., 1959, *Hypersensitivity*. In Plant Pathology, ed. Horsfall şi Dimond, *3*, 476—509.
Naumov N. A., 1932, *Metodi mikroscopiceschih issledovanii v fitopatologhii*. Gosud. izd. selskohoz. i kolhoz, kooperat. literat., Moscova-Leningrad.
Naumov N. A., 1937, *Metodi mikologhiceschih i fitopatologhiceschih issledovanii*. Gosud. izd. kolh. i sovhoz. literat., Moscova-Leningrad, 279 p.
Naumov N. A., 1952 *Bolezni Selskogohozeaistvennih rastenii*. Gosud. izd. selskohoz. literat., Moscova-Leningrad, 664 p.
Nasuno S., 1963, *Pectin degradation by phytopathogenic and saprophytic bacteria*. In Proc. first Workshop on Phytobacteriology, Univ. of Missouri, Columbia.
Nestorescu N., 1965, *Antibioticele*. In Bacteriologie medicală, Edit. medicală, Bucureşti, 178—196.
Nitzany F. E. şi Friedman S., 1963, *Application of the half-life concept to some plant viruses*. Phytopathology, *53*, 548—551.
Nixon H. L. şi Gibbs A. J., 1960, *Electron microscope observations on the structure of turnip yellow mosaic virus*. J. Molec. Biol., *2*, 197—200.
Okabe N. şi Goto M., 1963, *Bacteriophages of plant pathogens*. Ann. Rev. Phytopath., Palo Alto, California, *1*, 397—418.
Opel H., 1965, *Untersuchungen zur Physiologie der Symptombildung viruskranker Pflanzen*. In Biochemische Probleme der kranken Pflanzen. Tatungsbericht, Deutsch. Akad. Landw., Berlin, *74*.
Papacostea P., Missirlin E. şi Preda C., 1953, *Probleme actuale ale taxonomiei bacteriene*. Lucr. Simp. Microb. Sol., Bucureşti (nepublicată).
Pape H., 1964, *Krankheiten und Schädlinge der Zierpflanzen und ihre Bekämpfung*. Parey-Berlin, 625 p.
Paul H. L. şi Quantz L., 1959 *Über den Wechsel der Konzentration des Echten Ackerbohnenmosaikvirus in Ackerbohnen*. Arch. Mikrobiol., *32*, 312—318.
Pejkov M. A., 1955, *Fitologhiia bakterii*. Izd. Akad. Nauk SSSR, Moscova, 220 p.

Petersoni G., 1965, *Impiego degli antiparassitari in Italia*. Inf. fitopatologico, *15*, 383—385.
Petraşcu S. şi Bontea V., 1957, *Insecticide, fungicide, erbicide agricole*. Îndrumări tehnice I.C.A.R., 65, 80 p.
Pitcher R. S., 1963, *Role of plant-parasitic nematodes in bacterial diseases*. Phytopath., *53*, 35—39.
Ploaie P., 1963, *Applications de la méthode des répliques de carbone dans l'étude au microscope électronique des preparations biologiques*. Rev. Biol., *8*, 229—231.
Policard A., Bessis M. şi Locquin M., 1957, *Traité de microscopie*. Masson, Paris, 608 p.
Pop I., 1962, *Contribuţii la studiul şi combaterea striaţiei virotice a grîului în R. P. Română*. Teză de disertaţie, Inst. Agr. N. Bălcescu, Bucureşti, 162 p.
Pop I şi Paraschivescu D., 1958, *Rezultate obţinute în folosirea metodelor curente pentru purificarea virusului mozaicului tutunului*. Anal. I.C.A., Seria C, 281—283.
Popa C. şi Drimus R., 1965, *Chimia produselor fitofarmaceutice*. Edit. tehnică, Bucureşti, 429 p.
Fraser D., Robinson R. S. şi Starkey R. L., 1956, *The mode of action of antibiotics in the control of plant disease*. Phytopath., *46*, 341—342.
Pratellongo U., 1955, *Anticrittogamici, insetticidi e diserbanti*. REDA, Roma, 401 p.
Quanjer H. M., 1913, *Die Nekrose des Phloëms der Kartoffelpflanze, die Ursache der Blattrollkrankheit*. Meded. Landbouwhoogesch, Wageningen, *6*, 41.
Rafailă C., 1964, *Tipuri noi de soiuldogenf RC*. Anal. Sect. Prot. Plant, I.C.C.A., *2*, 175—186.
Rafailă C., 1966, *New elements in rationalizing the applications of treatments against plant diseases by warning*. Phytopath. Z., *57*, 159—175.
Rafailă C. şi Balaj D., 1964, *Realizări ale activităţii de cercetare în combaterea bolilor şi dăunătorilor, introduse în practică*. Grădina, via şi livada, *11*, 11—13.
Rafailă C., Savin G., David Z., Zinca N., Duschin I., Galuşinschi A. şi Marin A., 1961, *Posibilităţile de extindere a razei de acţiune a staţiilor de avertizare a tratamentelor împotriva manei la viţa de vie*. Lucr. şt. Inst. Cerc. Horticitic., *4*, 841—845.
Raillo A. I., 1950, *Gribi roda fuzarium*. Gosud. izd. selskohoz, literat. Moscova, 415 p.
Raski D. J. şi Hewitt W. B., 1963, *Plant parasitic nematodes as vectors of plant viruses*. Phytopath., *53*, 39—47.
Rădulescu E., 1964, *Perspectivele dezvoltării protecţiei plantelor în ţara noastră*. Grădina, via şi livada, *11*, 5—10.
Rădulescu E. şi Crişan A., 1961, *Cercetări asupra stadiului apotecial la Sclerotinia sclerotiorum (Lib.) De Bary*. Lucr. şt. Inst. Agr. Cluj, *17*.
Rădulescu E. şi Docea E., 1967, *Fitopatologie*. Edit. Didactică şi Pedag.
Rădulescu E., Nestor I. şi Kolozsy E., 1962, *Contribuţii la cunoaşterea bacteriilor care produc boli la fasole în R.P.R.* Com. Acad. R.P.R., *12*.
Rădulescu E., Persecă E. şi Docea E., 1951, *Contribuţii la combaterea heminţosporiozei mazului (Pleospora papaveracea) prin mijloace agrotehnice şi chimice*. Lucr. şt. Inst. Agr. N. Bălcescu, Bucureşti.
Rădulescu E., Persecă E. şi Popescu I., 1961, *Contribuţiuni la the biology of the fungus Sorosporium holci torghi (Ble.) Moesz f. zeae (Pass.) Sâmd*. Rev. Biol.,8.
Rădulescu E., Rafailă C., Săvescu A. şi Alexandri Al., 1969, *Combaterea integrată a dăunătorilor şi bolilor plantelor cultivate*. Probleme agricole, *18*, 74—79.
Rădulescu E. şi Răsmeriţă I., 1964, *Contribuţii experimentale la problema sporirii productiei paiştilor de Agrostis tenuis*. Probleme agricole, *8*.
Robinow C. F., 1960, *Hromatinoxie telţia bakterii*. Anatomiia bakterii, Medghiz, Moscova, 202—236.

Roemer Th., Fuchs W. H. și Isenbeck K., 1938, *Die Züchtung resistenter Rassen der Kulturpflanzen*. Berlin.

Ross A. F., 1964, *Identification*. În Plant Virology, ed. Corbett și Sisler, Univ Florida Press, Gainesville, 68—92.

Ross A. F., 1966, *Systemic effects of local lesion formation*. In Viruses of plants. Proc. Int. Conf. Plant Viruses, Wageningen, 127—150.

Rui D., 1960, *Microelementi, concimazioni e carenze delle piante arboree ed erbacee*. L'informatore Agrario, 6.

Rui D., 1965, *Gli acaprici in viticultura*. Inf. fitopatologico, *15*, 95—150.

Rusakov L. F., 1924, *Osobennosti mikroklimata zoni rastenii i razvitie rjavcevi khlebov*. Trudi IV-go Vserossiiskogo entomofitopatologicheskogo siezda v Moskve, 1922, 201—206.

Russo O., 1965, *La lotta integrata biologica e chimica contro gli insetti fitofagi*. Congr. Int. Antipar Napole, *1*, 41 p.

Saccardo P. A., 1882—1931, *Sylloge fungorum*. I—XXV, Padova.

Salton M.R.J., 1960, *Surface layers of the bacterial cell*. În The bacteria, Acad. Press, New York — Londra, *1*, 97—151.

Sanford G. B., 1959, *Root-disease fungi as affected by other soil organisms*. În Plant pathology problems and progress, The Univ. of Wisconsin Press, Madison, 367—376.

Sandu-Ville C., 1957, *Curs de fitopatologie*, Litograf. Învăț. Iași.

Sasarman A., 1965, *Morfologie bacteriană*. În Bacteriologie medicală, ed. Nestorescu, Edit. medicală, București, 47—74.

Singer H. L. și Brandenburg E. R., 1951, *Über die Gewinnung von infektiösem Pressaft aus „Wintertyp"-Pflanzen des Tabak-rattle-Virus durch Phenolextraktion*. Naturwissenschaften, *48*, 391.

Săvescu A., 1964, *Importanța prognozei și avertizării în combaterea rațională a dăunătorilor și bolilor la plante*. Grădina, via și livada, *11*, 58—64.

Săvescu A. și Rafaila C., 1964, *Prognoza apariției și avertizarea aplicării tratamentelor împotriva dăunătorilor și bolilor la plante*, Natura, București, seria Biologie, *4*, 41—54.

Săvulescu A. și colab., 1958, *Dăunători, paraziți și buruieni de carantină*. Îndrumări tehnice I.C.C.A., 229 p.

Săvulescu O., 1964, *Elemente de micologie*. Edit. didactică și pedagogică, București, 213 p.

Săvulescu O. și Popescu V., 1957, *Experiențe referitoare la acțiunea unor substanțe antibiotice-fitoncide din plantele superioare asupra ciuperci Tilletia foetida*. Anal. Univ. Parhon, secția Șt. Nat., *13*.

Săvulescu Tr., 1941, *Mana viței de vie*. Imprimeria națională, București, 214 p.

Săvulescu Tr., 1946, *Curs de Patologie vegetală*. București, *I*.

Săvulescu Tr., 1947, *Contribution à la classification des Bactériacées phytopathogènes*, Anal. Acad. Rom., seria a III-a, *22*, 4.

Săvulescu Tr., 1949, *Protecția plantelor și organizarea fitopatologică în R.P.R.* Metode, rapoarte, memorii I.C.A.R., S.N., *6*, 53 p.

Săvulescu Tr., 1953, *Monografia uredinalelor din Republica Populară Română*, *I*, *II*, Edit. Acad. R.P.R., București 1 166 p.

Săvulescu Tr., 1957, *Ustilaginalele din Republica Populară Română*. *I*, *II*, Edit. Acad. R.P.R., București, 1 168 p.

Săvulescu Tr. și Săvulescu O., 1959, *Tratat de patologie vegetală*. *I*, Edit. Acad. R.P.R., București, 713 p.

Săvulescu Tr. și Săvulescu O., 1963, *Peronosporaceele din Republica Populară Română*. Lucr. Grădinii botanice București, 146 p.

Schlegel D. E., 1960, *Highly infectious phenol extracts from tobacco leaves infected with cucumber mosaic virus*. Virology, *11*, 328—338.

Schnelle F., 1957, *Meteorologische Hilfsmittel beim Schorfwarndienst*, Veröff. IV. Int. Pflanzenschutzkongress in Hamburg, *1*, 205—208.

Schrödter H., 1959, *Dispersal by air and water. The flight and landing*. În Plant Pathology ed. Horsfall și Dimond, *3*, 170—223.

Schulze H., 1962, *Der Schutzfei und seine Anwendungsformen im Pflanzenschutz*. Der Deutsche Weinbau, *17*, 279—282.

Schuster G., 1960, *Die Auswirkung von Virusinfektionen auf den Alkaloidgehalt ein- und zweijähriger Rassen von Hyoscyamus niger L. bei Anzucht im Lang- und Kurztag*. Der. Deutscher Bot. Ges., *73*, 319—325.

Schuster G., 1962, *Methoden und Wege zur physiologisch-chemischen Virusdiagnostik bei Kartoffelknollen*. Wiss. Abh., Deutsche Akad. Landwirtschaftswiss., Berlin, *50*, 249 p.

Selman I. W. și Milne R. G., 1961, *A new local lesion method for tomato spotted wilt virus with a note on cyclical changes in infectivity*. Plant Path., *10*, 106—104.

Severin V., 1963, *Metodă bacteriofagică pentru cercetarea rezistenței în sol a bacteriilor fitopatogene*. Lucr. Simp. Microb., București (sub tipar).

Severin V., 1964, *Comportarea bacteriei Xanthomonas phaseoli (E. F. Smith) Dowson față de antibiotice*. Anal. Sect. Prot. Plant. I.C.C.A., *2*, 51—57.

Siegel A., 1966, *The first stages of infection*. In Viruses of plants, Proc. Int. Conf. Plant Viruses, Wageningen, 3—18.

Siegel A., Zaitlin M. și Sehgali O. P., 1962, *Characteristics of proteinless mutants of tobacco mosaic virus*. Phytopath., *52*, 732 (Abstr.).

Silva F. și Pop L., 1965, *Mozaikvirus an Digitalis lanata Ehrh, und sein Einfluss auf den Gehalt an Wirkstoffen*. Die Pharmazie, *20*, 110—112.

Slykhuis J. T., 1964, *Current research on mites in relation to plant virus transmission*. Phytoprotection, *45*, 101—107.

Smith E. F., 1851, U. S. Dept. Agric. Divis. Veget. Pathol. Bul., *1*.

Smith K. M., 1937, *Textbook of plant virus diseases*. Churchill, Londra

Smith H. și Kirchner H., 1962, *Wegweiser für die Anwendung chemischer Pflanzenschutz und Schädlingsbekämpfungsmittel*. VEB. Deutsch. Landw. Verlag, Berlin, 158 p.

Snagoveanu C., 1963, *Organizarea acțiunilor de protecția plantelor*. Edit. agrosilvică, București, 32 p.

Soeath P. H. A. și Cowan S. T., 1958, *An electro-taxonomic survey of bacteria*. J. Gen. Microb., *19*, 551—565.

Stakman E. C. și Harrar J. G., 1957, *Principles of Plant pathology*. The Ronald Press Comp., New York.

Stamatin N., 1965, *Microbiologie și imunologie veterinară*. Edit. didactică și pedagogică, București, 412 p.

Stanier R. Y., 1961, *La place des bactéries dans le monde vivant*. Ann. Inst. Pasteur, Paris, *101*, 297 p.

Stanley R. Y., 1935, *Isolation of a crystalline protein possessing the properties of tobacco mosaic virus*. Sci N. S., *81*, 644—645.

Stephensen M., 1951, *Metabolism bakterii*. Izd. Inostr. Lit., Moscova, 448 p.

Steere R. L., 1964, *Purification*. În Plant Virology, ed. Corbett și Sisler, Univ. Florida Press, Gainesville, 211—234.

Ștefănescu F. și Costache N., 1963—1964, *Mașina pentru stropit și prăfuit în culturi de câmp și legume cu tractiune animală MSP—A*. Lucr. șt. ICMA, *7—8*, 51—63.

Stegwee D. și Poesen M. B., 1958, *Multiplication of potato leaf roll in aphid Myzus persicae (Sulz.)*. Ent. exp. appl. (Amsterdam), *1*, 291—300.

Stover R. H., 1959, *Growth and survival of root-disease fungi in soil*. În Plant pathology problems and progress, The Univ. of Wisconsin Press, Madison, 339—355.

Sulhorukov C. T., 1952, *Fiziologhia imunitetа rastenii*. Moscova.

Sumacova A. A., 1961, *Fungicidele ca mijloace chimice de protecția plantelor împotriva bolilor și utilizarea lor*. Biblioteca Analelor româno-sovietice, *10—11*, 125—140.

Svobodova J., 1966, *Elimination of viruses by means of callus tissue culture*. In Viruses of plants. Proc. Int. Conf. Plant Viruses, Wageningen, 48—53.

Takahashi W. N., 1964, *The biochemistry of virus infection*, Plant Virology, ed. Corbett și Sisler, Univ. Florida Press, Gainesville, 315—330.
Taniguchi T., 1963, *Similarity in the accumulation of tobacco mosaic virus in systemic and local necrotic infection*. Virology, *19*, 237—238.
Taylor C. F., 1956, *A device for recording the duration of dew deposits*. Plant Dis. Rep., *40*, 1 025—1 028.
Theis T. și Calponzos L., 1957, *A seven-day instrument for recording periods of rainfall and dew*. Phytopathology, *47*, 746—747.
Trapmann W., 1942, *Netzmittel in Pflanzenschutz*. Z. f. Pflanzenkrankheiten u. Pflanzenschutz, *52*, 204—213.
Ubrizy G., 1963, *Növénykortan. I*, Akad. Kiadó, Budapesta, 579 p.
Van Slogteren D. H. M., 1954, *Serological microreactions with plant viruses under paraffin oil*. Proc. 2nd Conf. Potato virus Dis., Lisse-Wageningen, 51—54.
Venezia M., 1961, *I Fitofarmaci e gli eventuali rischi di intossicazioni*. Antiparassitari, *4*, 1—5.
Verona V., 1953, *Malattie nutrizionali delle piante coltivate*. Edit. Agricole, Bologna, 207 p.
Vienuot-Bourgin G., 1949, *Les champignons parasites des plantes cultivées. I, II*, Edit. Masson, Paris, 1850 p.
Vinson C. G. și Petre A. W., 1929, *Mosaic disease of tobacco*. Bot. Gaz., *87*, 14—38.
Vulpe E., Costache N. și Alexandri Al. V., 1963, *Studii și cercetări asupra mașinilor destinate executării lucrării de stropit de tipul IF 300 ; TFM 300, Stromboli, Loiseau, RSM*, Lucr. șt. ICMA, *9*, 101—137.
Wahlee E. L., 1945, *Comparative studies of some peritrichous phytopathogenic bacteria*. Iowa State College J. Sci., *19*, 433—484.
Walker J. C. și Patel P. N., 1964, *Splash dispersal and wind as factors in epidemiology of halo blight of bean*. Phytopath., *54*, 140—141.
Wilhelm S., 1959, *Parasitism and pathogenesis of root-disease fungi*. In Plant pathology problems and progress, The Univ. of Wisconsin Press, Madison, 356—366.
Wolf J. P. M. van, 1964, *Virusübertragung und Vektorenbekämpfung bei Saatkartoffeln*. Pflanzenschutz-Nachrichten „Bayer", *17*, 113—184.
Woods M. W. și Buy H. G. Du, 1943, *Evidence for the evolution of phytopathogenic viruses from mitochondria and their derivatives*. Phytopathology, *33*, 637—655 și 766—777.
Wylie R. B., 1930, *Cicatrization of foliage leaves. I. Wound responses of certain mesophytic leaves*. Bot. Gaz., *90*, 260—278.
Yamaguchi A. și Takahashi T., 1963, *The effect of systemic virus infection on the respiration of leaves*. Bioch. Probl. der kranken Pflanzen, Tagungsber., Deutsch. Akad. Landw., *74*, 99—109.
Yarwood C. E., 1952, *Latent period and generation time for two plant viruses*. Amer. J. Bot., *39*, 613—618.
Yarwood C. E., 1957, *Powdery mildews*. Bot. Rev., *23*, 235—301.
Yarwood C. E. și Hazen W. E., 1944, *The relative humidity at leaf surfaces*. Am. J. Bot., *31*, 129—135.
Yarwood C. E., 1959, *Microclimate and infection*. In Plant pathology problems and progress, The Univ. of Wisconsin Press, Madison, 548—556.
Yarwood C. E. și Sylvester E. S., 1950, *The half-life concept of longevity of plant pathogens*. Plant Disease Reptr., *43*, 125—128.
Yerkes W. D. Jr., 1960, *Interaction of potassium gibberellate and of stunting bean virus on beans, Phaseolus vulgaris*. Phytopath., *50*, 525—527.
Zilber L. A., 1959, *Bazele imunologiei*. Edit. medicală, București.
Zislavsky W., 1961, *Ein neues elektrisches Gerät zur Bestimmung der Blattnässeperioden (BNB Gerät)*. Pflanzenschutzberichte, *26*.
Zislavsky W., 1966, *Kurzer Überblick über die in den Jahren 1964 und 1965 anerkannten Pflanzenschutzgeräte*. Pflanzenarzt, *19*, 3—6.

ERATĂ

Pag.	rîndul	în loc de :	se va citi :
16	3 de jos	sulfatul de cupru	sulfiul
46	2 de sus	cachrisogenina	chrisogenina
405	21 de sus	condițiilor	condițiile
417	4 de jos	150°	56°
445	7 de sus	sobștiei	sobolui
	(col. 3)		
453	17 de jos	lezau	liasu

Tratat de Fitopatologie agricolă

Redactor responsabil : ELENA POMPEIUS
Tehnoredactor : CONSTANTIN STANCIU

Dat la culeș 23.01.67. Bun de tipar 15.05.67. Apărut 1967. Tiraj 4250 ex. legate. Hîrtie scris I A 70×100 de 70 g/m². Coli editoriale 41,34. Coli de tipar 32,75. A. 39618/66. C.Z. pentru bibliotecile mari 632(021)=20. C.Z. pentru bibliotecile mici 581.20(21) 55

Întreprinderea Poligrafică „Informația", Str. Brezoianu nr. 23—25, București, Republica Socialistă România comanda nr. 36

EDITURA
ACADEMIEI
REPUBLICII
SOCIALISTE
ROMÂNIA

Lei 35

EDITURA
ACADEMIEI
REPUBLICII
SOCIALISTE
ROMÂNIA

Lei 35

EDITURA
ACADEMIEI
REPUBLICII
SOCIALISTE
ROMÂNIA

Lei 35